

Editor: Wahyuddin S, S.Kom., M.Kom.



DATA SCIENCE

dan Internet of Things (IoT)

Maemunah Marzuki, Andi Zulherry, Mhd. Basri, Abdul Jalil
Ery Murniyasih, Irfan Fahmi Ahmadi, Monica Fransisca
Tri Siswandi Syahputra, Atom Rifa'i Sujiwanto, Muhammad Daud
Sriwahyuningsih Piu, Muhammad Nadzirin Anshari Nur
Suardinata, Bongga Arifwidodo



DATA SCIENCE

***dan Internet of
Things (IoT)***

Data Science dan Internet of Things (IoT)

Maemunah Marzuki, Andi Zulherry, Mhd. Basri, Abdul Jalil
Ery Murniyasih, Irfan Fahmi Ahmadi, Monica Fransisca
Tri Siswandi Syahputra, Atam Rifa'i Sujiwanto, Muhammad Daud
Sriwahyuningsih Piu, Muhammad Nadzirin Anshari Nur
Suardinata, Bongga Arifwidodo



Penerbit Yayasan Kita Menulis

UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Data Science dan Internet of Things (IoT)

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2026

Penulis:

Maemunah Marzuki, Andi Zulherry, Mhd. Basri, Abdul Jalil
Ery Murniyasih, Irfan Fahmi Ahmadi, Monica Fransisca
Tri Siswandi Syahputra, Atam Rifa'i Sujiwanto, Muhammad Daud
Sriwahyuningsih Piu, Muhammad Nadzirin Anshari Nur
Suardinata, Bongga Arifwidodo

Editor: Wahyuddin S., S.Kom., M.Kom.

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0813-9680-7167

IKAPI: 044/SUT/2021

Maemunah Marzuki., dkk.

Data Science dan Internet of Things (IoT)

Yayasan Kita Menulis, 2026

xvi; 236 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-634-260-322-2

Cetakan 1, Juni 2026

I. Data Science dan Internet of Things (IoT)

II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga buku "Data Science dan Internet of Things (IoT)" ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu referensi akademik yang bertujuan memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai integrasi antara Data Science dan Internet of Things (IoT), dua bidang teknologi yang menjadi fondasi utama transformasi digital di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0. Topik buku ini sesuai dengan daftar isi yang membahas konsep dasar IoT, evolusi teknologi, data-driven systems, arsitektur IoT, machine learning, keamanan, hingga etika data.

Perkembangan teknologi informasi telah menghasilkan miliaran perangkat yang saling terhubung melalui Internet of Things. Perangkat-perangkat tersebut mampu menghasilkan data dalam jumlah yang sangat besar dan terus bertambah setiap saat. Namun, data yang melimpah tidak akan memberikan nilai tambah apabila tidak diolah menjadi informasi yang bermakna. Oleh karena itu, Data Science hadir sebagai disiplin ilmu yang mampu mengumpulkan, membersihkan, menganalisis, memvisualisasikan, hingga menghasilkan prediksi berbasis data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat, akurat, dan cerdas.

Buku ini membahas secara sistematis berbagai konsep penting mulai dari pengantar Data Science dan Internet of Things, evolusi teknologi IoT, sistem berbasis data (data-driven systems), arsitektur IoT, sensor dan aktuator, edge computing, fog computing, cloud computing, teknik pembersihan data sensor, visualisasi data, statistik dasar, penerapan machine learning pada IoT, studi kasus Smart City dan Smart Agriculture, keamanan sistem IoT, hingga aspek privasi dan etika data. Seluruh materi disusun secara berurutan agar pembaca memperoleh pemahaman yang utuh mengenai bagaimana data dikumpulkan, diproses, dianalisis, diamankan, dan dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi nyata.

Selain menyajikan konsep-konsep teoritis, buku ini juga memberikan gambaran mengenai implementasi teknologi pada berbagai sektor seperti industri, pertanian, perkotaan, kesehatan, pendidikan, transportasi, dan lingkungan. Berbagai contoh penerapan tersebut diharapkan mampu memberikan wawasan kepada pembaca mengenai pentingnya integrasi antara perangkat cerdas, jaringan komunikasi, komputasi awan, kecerdasan buatan, dan analisis data dalam membangun sistem yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi teknologi informasi, pengembang sistem IoT, serta masyarakat umum yang memiliki ketertarikan terhadap perkembangan teknologi digital. Materi disusun menggunakan bahasa yang sistematis dan mudah dipahami sehingga dapat digunakan sebagai buku ajar maupun referensi dalam kegiatan pembelajaran, penelitian, serta pengembangan inovasi berbasis Data Science dan Internet of Things.

Akhir kata, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan kontribusi selama proses penyusunan buku ini. Semoga karya ini dapat menjadi sumber inspirasi, memperluas wawasan keilmuan, serta mendorong lahirnya berbagai inovasi teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat dan pembangunan bangsa.

Juni 2026
Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv

Bab 1 Pengantar Data Science dan IoT

1.1 Pendahuluan	1
1.2 Definisi Internet of Things (IoT)	3
1.3 Hubungan Data Science dan IoT	9
1.4 Sejarah dan Evolusi IoT	7
1.5 Tantangan dan Isu Etis dalam Integrasi Data Science dan IoT	9

Bab 2 Evolusi Teknologi IoT

2.1 Pendahuluan	13
2.2 Generasi Perkembangan IoT	16
2.2.1 Generasi Pertama: Connected Things (1980–2005)	17
2.2.2 Generasi Kedua: Smart Connected Devices (2005–2012)	18
2.2.3 Generasi Ketiga: Cloud-Based Internet of Things (2012–2018) ...	19
2.2.4 Generasi Keempat: Intelligent Internet of Things (AIoT) (2018– Sekarang)	20
2.2.5 Generasi Kelima: Autonomous Internet of Things (Future IoT) ...	20
2.3 Teknologi Pendukung Evolusi Internet of Things (IoT)	22
2.3.1 Embedded System	22
2.3.2 Sensor	23
2.3.3 Radio Frequency Identification (RFID)	24
2.3.4 Wireless Sensor Network (WSN)	25
2.3.5 Cloud Computing	25
2.3.6 Big Data	26
2.3.7 Artificial Intelligence (AI)	26
2.3.8 Edge Computing	27
2.3.9 Fog Computing	27
2.3.10 Jaringan Komunikasi 5G Dan 6G	27

Bab 3 Konsep Data: Driven Systems

3.1 Pendahuluan	29
3.2 Definisi Data-Driven System	33
3.3 Arsitektur Sistem Data-Driven	38
3.4 Karakteristik Sistem Data-Driven	39
3.5 Tantangan dalam Implementasi Data-Driven Systems	40
3.6 Evolusi Data-Driven Systems	41
3.7 Peran Machine Learning dalam Data-Driven Systems	42
3.8 Komponen Utama Data-Driven Systems	42

Bab 4 Arsitektur Sistem IoT

4.1 Pendahuluan.....	47
4.2 Konsep Dasar Arsitektur IoT.....	48
4.3 Perception Layer.....	49
4.3.1 Pengertian Perception Layer.....	49
4.3.2 Fungsi Perception Layer	49
4.3.3 Komponen Perception Layer.....	50
4.4 Network Layer.....	53
4.4.1 Pengertian Network Layer	53
4.4.2 Teknologi Komunikasi Pada Network Layer.....	53
4.5 Protokol Komunikasi	56
4.5.1 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).....	57
4.5.2 HTTP (Hypertext Transfer Protocol).....	58
4.5.3 HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure)	58
4.5.4 CoAP (Constrained Application Protocol).....	59
4.5.5 WebSocket	60

Bab 5 Sensor, Aktuator, dan Perangkat IoT

5.1 Peran Sensor, Aktuator dan Perangkat IoT.....	63
5.2 Sensor dalam Sistem IoT	64
5.2.1 Karakteristik Sensor	66
5.2.2 Macam-Macam Sensor	67
5.3 Aktuator dalam Sistem IoT.....	72
5.3.1 Karakteristik Aktuator.....	72
5.3.2 Macam-Macam Aktuator.....	73
5.4 Perangkat IoT.....	75
5.4.1 Arduino Uno	75
5.4.2 NodeMCU ESP8266.....	76
5.4.3 ESP32	76

5.4.4 Raspberry Pi	76
5.4.5 Gateway IoT	77
Bab 6 Edge Computing dan Fog Computing	
6.1 Pendahuluan	79
6.2 Karakteristik, Arsitektur dan Manfaat Edge Computing	80
6.3 Konsep Dasar Fog Computing	82
6.4 Karakteristik, Arsitektur dan Manfaat Fog Computing	83
6.5 Tren Penerapan Edge dan Fog Computing Saat Ini	84
6.6 Tantangan Implementasi Edge dan Fog Computing pada IoT	86
6.7 Arah Masa Depan Edge dan Fog Computing	88
Bab 7 Cloud Computing untuk IoT	
7.1 Pendahuluan	91
7.2 Konsep Dasar Cloud Computing	93
7.3 Integrasi Cloud Computing dan IoT	96
7.4 Arsitektur Cloud Computing untuk IoT	99
7.5 Peran Cloud Computing dalam Data Science untuk IoT	100
7.5.1 Keunggulan Cloud Computing dalam IoT	103
7.5.2 Tantangan Implementasi Cloud Computing untuk IoT	105
Bab 8 Data Cleaning dan Filtering Sensor	
8.1 Karakteristik Data Sensor IoT	109
8.1.1 Pendahuluan	109
8.1.2 Karakteristik Data Sensor	110
8.2 Data Cleaning pada Sistem IoT	112
8.2.1 Konsep Data Cleaning	112
8.2.2 Konsep Data Cleaning	113
8.2.3 Penanganan Outlier	114
8.2.4 Drift dan Kalibrasi Sensor	115
8.2.5 Normalisasi	116
8.3 Filtering Sensor pada Sistem IoT	116
8.3.1 Konsep Dasar Filtering	116
8.3.2 Moving Average Filter	118
8.3.3 Exponential Moving Average	119
8.3.4 Median Filter	119
8.3.5 Low-Pass Filter	120
8.3.6 Kalman Filter	121
8.3.7 Perbandingan Metode Filtering	122

Bab 9 Visualisasi Data Sensor

9.1 Pendahuluan.....	125
9.2 Akuisisi dan Struktur Data Sensor untuk Visualisasi	126
9.3 Prinsip Dasar Visualisasi Data.....	128
9.4 Teknik Visualisasi Data Sensor.....	130
9.5 Dashboard dan Interpretasi Hasil Visualisasi	135

Bab 10 Statistik Dasar untuk Data IoT

10.1 Karakteristik Data Internet of Things (IoT)	139
10.2 Statistik Deskriptif pada Data IoT	141
10.3 Ukuran Penyebaran Data Sensor	144
10.4 Visualisasi Statistik Data IoT	146
10.5 Deteksi Data Hilang dan Pencilan (Outlier)	148
10.6 Analisis Tren dan Pola Waktu pada Data IoT	150

Bab 11 Pengantar Machine Learning untuk IoT

11.1 Pendahuluan.....	155
11.2 Konsep Dasar Machine Learning.....	156
11.2.1 Definisi Machine Learning	157
11.2.2 Jenis – jenis Machine Learning	158
11.3 Integrasi Machine Learning dalam IoT	159
11.4 Tahapan Implementasi Machine Learning pada IoT	161
11.4.1 Akuisisi Data Sensor	161
11.4.2 Preprocessing Data	162
11.4.3 Training dan Deployment Model	163
11.4.4 Monitoring dan Evaluasi Model.....	164
11.5 Penerapan Machine Learning pada IoT	165
11.6 Tren dan Masa Depan Machine Learning untuk IoT	166

Bab 12 Studi Kasus Smart City dan Smart Agriculture

12.1 Pendahuluan.....	169
12.2 Smart City sebagai Impelementasi Data Science dan IoT	170
12.2.1 Konsep Smart City	170
12.2.2 Arsitektur Smart City Berbasis IoT.....	171
12.2.3 Studi Kasus Smart Traffic Management.....	172
12.2.4 Studi Kasus Smart Waste Management.....	172
12.3 Smart Agriculture sebagai Implementasi Data Science dan IoT	173
12.3.1 Konsep Smart Agriculture	173
12.3.2 Studi Kasus Sistem Irigasi Pintar	174

12.3.3 Studi Kasus Monitoring Kualitas Tanah.....	174
12.3.4 Precision Farming.....	175
12.4 Peran Data Science dalam Smart City dan Smart Agriculture.....	176
12.5 Studi Kasus Smart City dan Smart Agriculture di Indonesia.....	177
12.5.1 Jakarta Smart City (DKI Jakarta)	177
12.5.2 Pengembangan Smart City pada Ibu Kota Nusantara (IKN)	179
12.5.3 Smart Farming pada Sawah Tadah Hujan di Lampung	180

Bab 13 Keamanan Sistem IoT

13.1 Pendahuluan.....	183
13.1.1 Pengertian Keamanan Sistem IoT	185
13.1.2 Pentingnya Keamanan IoT	186
13.2 Arsitektur Sistem IoT dan Titik Kerentanan	187
13.2.1 Perception Layer	187
13.2.2 Network Layer	188
13.2.3 Processing Layer.....	189
13.2.4 Application Layer.....	189
13.3 Ancaman Keamanan pada Sistem IoT	190
13.3.1 Malware.....	190
13.3.2 Botnet	190
13.3.3 Denial of Service (DoS).....	191
13.3.4 Data Breach.....	191
13.3.5 Physical Attack	191
13.4 Kerentanan Umum pada Sistem IoT.....	192
13.4.1 Password Default.....	192
13.4.2 Firmware Tidak Diperbarui	192
13.4.3 Enkripsi Lemah.....	192
13.4.4 Konfigurasi Tidak Aman	193
13.5 Prinsip Dasar Keamanan IoT	193
13.5.1 Confidentiality	193
13.5.2 Integrity	193
13.5.3 Availability.....	193
13.6 Teknologi Pengamanan IoT	194
13.6.1 Authentication.....	194
13.6.2 Authorization	194
13.6.3 Encryption.....	194
13.6.4 Secure Communication Protocol.....	195
13.7 Strategi Pengamanan Sistem IoT	195
13.7.1 Pengamanan Perangkat	195

13.7.2 Pengamanan Jaringan.....	195
13.7.3 Pengamanan Data	195
13.7.4 Pengamanan Cloud IoT.....	196
13.8 Studi Kasus Serangan IoT	196
13.9 Implementasi Keamanan IoT pada Smart Campus	196
13.10 Tren Masa Depan Keamanan IoT.....	197
 Bab 14 Privasi dan Etika Data	
14.1 Evolusi Data di Era Digital	199
14.2 Konsep Data dan Informasi	201
14.3 Jenis-jenis Data	203
14.4 Konsep Privasi Data dan Etika Data	106
 Daftar Pustaka	
Biodata Penulis	211
	227

Daftar Gambar

Gambar 4.1: Konsep aliran data pada system IoT.....	48
Gambar 5.1: Arsitektur multilayer secara umum pada sistem komunikasi IoT ...	65
Gambar 5.2: Sensor DHT22	68
Gambar 5.3: Light Dependent Resistor.....	70
Gambar 5.4: BH1750	70
Gambar 5.5: Rangkaian untuk 5 jenis Aktuator	74
Gambar 5.6: Arduino Uno R3	76
Gambar 5.7: Raspberry Pi 4.....	77
Gambar 6.1: Arsitektur Edge Computing	81
Gambar 6.2: Arsitektur Fog Computing	83
Gambar 6.3: Domain penerapan IoT.....	85
Gambar 6.4: Arsitektur umum edge/fog computing pada IoT	86
Gambar 6.5: Gambaran Evolusi Edge & Fog Computing pada IoT	89
Gambar 8.1: Karakteristik Data Sensor dan Permasalahan Kualitas Data pada Sistem IoT	112
Gambar 9.1: Alur konseptual data sensor menuju visualisasi	128
Gambar 9.2: Diagram garis.....	131
Gambar 9.3: Diagram Batang.....	131
Gambar 9.4: Diagram Pencar atau Plot Sebar	132
Gambar 9.5: Diagram peta panas atau heatmap	133
Gambar 9.6: Histogram	133
Gambar 9.7: Diagram busur melingkar atau gauge chart	134
Gambar 9.8: Peta bagan atau kartogram	134
Gambar 9.9: Dashboard operator dan dashboard manajemen	136
Gambar 12.1: Contoh Arsitektur Sistem.....	174
Gambar 12.2: Aplikasi SiJAKI.....	178
Gambar 12.3: Smart Forest City	180
Gambar 13.1: Arsitektur Sistem IoT dan Titik Kerentanan	187
Gambar 14.1: Data dan Informasi	203
Gambar 14.2: Klasifikasi Jenis Data	205
Gambar 14.3: Etika Data.....	209

Daftar Tabel

Tabel 5.1: Karakteristik Sensor.....	67
Tabel 5.2: Pemanfaatan Sensor Gerak	71
Tabel 5.3: Karakteristik Aktuator	73
Tabel 5.4: Potensi Perangkat IoT sebagai Gateway IoT	78
Tabel 6.1: Contoh tren penerapan edge dan fog computing pada IoT.....	85
Tabel 8.1: Perbandingan Metode Filtering pada Sistem IoT.....	123
Tabel 13.1: Contoh Authorization.....	194

Daftar Pustaka

- (IDC), I.D.C. (2023) 'Worldwide Internet of Things Forecast.'
- (ITU), I.T.U. (2012) 'International Telecommunication Union. Overview of the Internet of Things (ITU-T Recommendation Y.2060).'
- Aarika, K. & Bouhlal, Meriem & Ait Abdelouahid, Rachida & Filali, Sanaa & Benlahmar, EL Habib. (2020). Perception layer security in the internet of things. *Procedia Computer Science*. 175. 591-596. [10.1016/j.procs.2020.07.085](https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.085).
- Abdilhussain, S. H., Mahmmod, B. M., Alwhelat, A., Shehada, D., Shihab, Z. I., Mohammed, H. J., Abdulameer, T. H., Alsabah, M., Fadel, M. H., Ali, S. K., Abbood, G. H., Asker, Z. A., & Hussain, A. (2025). A Comprehensive Review of Sensor Technologies in IoT: Technical Aspects, Challenges, and Future Directions. *Computers*, 14(8), 1–54. <https://doi.org/10.3390/computers14080342>
- Adi, E., Anwar, A., Baig, Z., & Zeadally, S. (2020). Machine Learning and Data Analytics for the IoT. *Neural Computing and Applications*.
- Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining: The Textbook*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14142-8>
- Ahmad, T., Zhang, D., Huang, C., et al. (2023). Artificial Intelligence in Smart Cities: Applications and Challenges. *Sustainable Cities and Society*.

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2347–2376.
- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning* (4th ed.). MIT Press.
- Alreshidi, E. (2019) “Smart sustainable agriculture (SSA) solution underpinned by internet of things (IoT) and artificial intelligence (AI),” arXiv preprint arXiv:1906.03106 [Preprint].
- Anastasya, J. (2025) “Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Kualitas Air untuk Pertanian Berkelanjutan,” *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 1(1), pp. 1–8.
- Aprizal, A., Murodi, A. and Prasetyo, E. (2024) “Implementasi Kebijakan Smart City Studi Kasus: Penggunaan Aplikasi Jaki Untuk Pelayanan Publik di Jakarta,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(7), pp. 232–244.
- Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ thing. *RFID Journal*. <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Atlam, H. F., Walters, R. J., & Wills, G. B. (2018). Fog computing and the Internet of Things: A review. *Big Data and Cognitive Computing*, 2(2), 10. <https://doi.org/10.3390/bdcc2020010>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E. H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward

- making the fields talk. *IEEE Access*, 7, 129551–129583.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932609>
- Bahga, A., & Madiseti, V. (2015) *INTERNET OF THINGS A HANDS ON APPROACH*. Universities Press.
- Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2020). *Internet of things: A hands-on approach* (1st ed, repr). Universities press India.
- Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of Things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49–69.
- Bawden, D., & Robinson, L. (2022). *Introduction to information science* (2nd ed.). London, United Kingdom: Facet Publishing.
- Bluman, A. G. (2018) *Elementary Statistics: A Step by Step Approach*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education.
- Bogacka, K., Sowiński, P., Danilenka, A., et al. (2024). Flexible Deployment of Machine Learning Inference Pipelines in the Cloud–Edge–IoT Continuum. *Electronics*, 13(10), 1888.
- Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). *Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control*. Cambridge University Press.
- Cairo, A. (2023). *The Art of Insight: How Great Visualization Designers Think*. Hoboken: Wiley.
- Cao, K., Liu, Y., Meng, G., & Sun, Q. (2020). An overview on edge computing research. *IEEE Access*, 8, 85714–85728.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2991734>
- Chavez, T., O'Hara, C., & Vaidya, V. (2018). *Data driven: Harnessing data and AI to reinvent customer engagement*. McGraw-Hill.
- Chen, L., & Zhao, M. (2025). Adaptive Anomaly Detection in IoT Networks Using Resource-Constrained Machine Learning. *IEEE Internet of Things Journal*, 12(3).

- Chin, J., Callaghan, V., & Ben Allouch, S. (2019). The Internet-of-Things: Reflections on the past, present and future from a user-centered and smart environment perspective. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 11(1), 45–69.
- Conover, W. J. (1999) *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dale, K. (2022). *Data Visualization with Python and JavaScript: Scrape, Clean, Explore & Transform Your Data* 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Dastjerdi, R.B. and A.V. (2016) *Internet of Things: Principles and Paradigms*. Morgan Kaufmann. Edited by R.B. and A.V. Dastjerdi. Morgan Kaufmann.
- Daud, M. (2011) *Penuntun Praktikum Perancangan Percobaan*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Daud, M. (2013a) *Buku Penuntun Praktek Lapang Inventarisasi Hutan*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Daud, M. (2013b) *Buku Tutorial Pengolahan Data Statistik Dengan Menggunakan SPSS*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Daud, M. (2013c) *Penuntun Praktikum Statistika Untuk Mahasiswa Kehutanan*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Daud, M. (2025) *Bioenergi dan Karbon Hutan: Potensi, Tantangan, dan Solusi Berkelanjutan*. Solok: PT Mafy Media Literasi Indonesia.
- Degada, A., Thapliyal, H. and Mohanty, S.P. (2021) "Smart village: An iot based digital transformation," *arXiv preprint arXiv:2106.03750* [Preprint].
- Desai, P., Karthik, P., Loganathan, D., Preethi, S., & Bharani, B. (2025). Different data cleaning techniques and normalization techniques with

- focus on current normalization techniques: A study. In *Advances in Electrical and Computer Technologies* (pp. 332–349). CRC Press.
- Devore, J. L. (2016) *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*. 9th ed. Boston: Cengage Learning.
- Dirayati, F., Sari, R.A. and Purnomo, R.F. (2025) “Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian,” *Jurnal Media Informatika*, 6(2), pp. 863–872.
- Donoho, D. (2017). 50 years of data science. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26(4), 745–766. <https://doi.org/10.1080/10618600.2017.1384734>
- Dustdar, S., Avasalcai, C., & Murturi, I. (2019). Edge and fog computing: Vision and research challenges. In *2019 IEEE International Conference on Service-Oriented System Engineering (SOSE)* (pp. 96–105). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SOSE.2019.00023>
- Erl, T., Mahmood, Z., & Puttini, R. (2020). *Cloud computing: Concepts, technology & architecture* (2nd ed.). Pearson Education.
- Ery Muchyar H, Andreas Nugroho Sihananto, D.S., Jay Idoan Sihotang, Suardinata, Alexander Wirapraja, A. and Janner Simarmata, LM. Fajar Israwan, S. (2023) *Cybersecurity Teori dan Implementasi*. Edited by A. Karim. Medan: Kita Menulis.
- Fairuzabadi, M. et al. (2023) ‘Keamanan Sistem Informasi dan Kriptografi’.
- Few, S. (2013) *Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring*. 2nd ed. Burlingame, CA: Analytics Press.
- Floridi, L., & Taddeo, M. (2016). What is data ethics? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*.
- Fransisca, M., & Saputri, R. P. (2023). Digital technology's implementation in hybrid learning at higher educational level. *Indonesian Journal of*

- Computer Science, 12(3), 1069–1078.
<https://doi.org/10.33022/ijcs.v12i3.3213>
- Gaspersz, V. (1991) Metode perancangan percobaan: untuk ilmu-ilmu pertanian, ilmu-ilmu teknik, dan biologi. CV. ARMICO.
- George, G., Haas, M. R., & Pentland, A. (2014). Big data and management. *Academy of Management Journal*, 321–326.
- Ghonge, M. M., Chaitanya, N. K., Garg, H., & Bruno, A. (2024). Data-driven systems and intelligent applications. CRC Press.
- Goon, A. M., Gupta, M. K. and Dasgupta, B. (2014) *Fundamentals of Statistics*. 8th ed. New Delhi: World Press.
- Gubbi, J. et al. (2013) ‘Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions’, *Future Generation Computer Systems*, 29(7), pp. 1645–1660.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645–1660.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Gupta, G. & others. (2011). Algorithm for image processing using improved median filter and comparison of mean, median and improved median filter. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, 1(5), 304–311.
- Gusriani, I. et al. (2025) *Analisis Pengambilan Keputusan*. Medan: Penerbit Yayasan Kita Menulis.

- Hadisusila, C. P., Video, T. A., & Pendahuluan, A. (2023). *Perangkat Elektronik*. 6(2), 96–102.
- Haikal, R. et al. (2025) “Urban Planning Policies and Architectural Design for Sustainable Food Security: A Case Study of Smart Cities in Indonesia,” *Sustainability*, 17(16), p. 7546.
- Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2023). *Data mining: Concepts and techniques* (Fourth edition). Morgan Kaufmann Publishers, an imprint of Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-18660-6>
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of big data on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, 47, 98–115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer.
- Hu, F. (2016) *Security and Privacy in Internet of Things Models Algorithms and Implementations*.
- Hyndman, R. J. and Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: Principles and Practice*. Melbourne: OTexts.
- Ilham Firman Ashari, Ega Evinda Putri, D.S. and Jimmy Moedjahedy, Suardinata, Janner Simarmata, R. (2024) *Dasar-dasar Keamanan Informasi*, Kita Menulis. Medan.
- Indonesia, R. (2022). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi*. Jakarta.
- Kalman, R. E. (1960). A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Journal of Basic Engineering*, 82(1), 35–45. <https://doi.org/10.1115/1.3662552>
- Kaur, K., Garg, S., & Kaddoum, G. (2020). A Survey on Machine Learning in Internet of Things. *Internet of Things*, 12.

- Khaki-Sedigh, A. (2023). An introduction to data-driven control systems. Wiley-IEEE Press.
- Khan, F., Salah, K., Jayaraman, R., & Arshad, J. (2022). Blockchain and cloud computing enabled Internet of Things: Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 127, 1–15.
- Khan, W. Z., Rehman, M. H., Zangoti, H. M., Afzal, M. K., Armi, N., & Salah, K. (2022). Industrial Internet of Things: Recent Advances, Enabling Technologies and Open Challenges. *Computers & Electrical Engineering*.
- Khodadadi, F., Dastjerdi, A. V., & Buyya, R. (2017). Internet of Things: An Overview. *arXiv*.
- Kirk, A. (2024). *Data Visualisation: A Handbook for Data Driven Design* 3rd ed. London: SAGE Publications.
- Kitchin, R. (2021). *The Data Revolution: A Critical Analysis of Big Data, Open Data and Data Infrastructures*. London: Sage Publications.
- Knaflic, C. N. (2023). *Storytelling with Data in Power BI*. Hoboken: Wiley.
- Kulkarni, D. D., & Jaiswal, R. K. (2023). An intrusion detection system using extended Kalman filter and neural networks for IoT networks. *Journal of Network and Systems Management*, 31(3), 56.
- Kumar, P., Kumar, R., Gupta, G. P., & Tripathi, R. (2021). A comprehensive survey on Internet of Things and cloud computing integration. *Wireless Personal Communications*, 119(3), 2155–2188. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08271-9>
- Kumari, N., Kulkarni, R., Ahmed, M. R., & Kumar, N. (2021). Use of kalman filter and its variants in state estimation: A review. *Artificial Intelligence for a Sustainable Industry 4.0*, 213–230.
- Laquer, E. (2017). *Defining data-driven software development*. O'Reilly Media.

- Laroui, M., Nour, B., Moun gla, H., Cherif, M. A., Afifi, H., & Guizani, M. (2021). Edge and fog computing for IoT: A survey on current research activities and future directions. *Computer Communications*, 180, 210-231. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.09.003>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. New York: Pearson.
- Lea, P. (2020). *IoT and Edge Computing for Architects* 2nd ed. Birmingham: Packt Publishing.
- Lestari, N.R. et al. (2026) “Analisis Penerapan Internet Of Things (IoT) dalam Pertanian Cerdas di Era 4.0,” *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 9(1), pp. 231–239.
- Little, R., & Rubin, D. (2019). *Statistical Analysis with Missing Data*, Third Edition (1st ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119482260>
- Luo, W., Zheng, J., Miao, Y., & Gao, L. (2024). Raspberry Pi-Based IoT System for Grouting Void Detection in Tunnel Construction. *Buildings*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/buildings14113349>
- Mardhotillah, B. et al. (2025) *Dasar-dasar Statistika untuk Mahasiswa Sains*. Medan: Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Mareta, A. (2025) “SISTEM MONITORING PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT PADA BALAI PENYULUHAN PERTANIAN KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR LAMPUNG.” UIN Raden Intan Lampung.
- Marlina, S. (2025) “Inovasi Agroekoteknologi dalam Peningkatan Produktivitas Pertanian di Indonesia,” *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(1), pp. 29–35.
- Maurya, Satish & Pal, Om & Sarvakar, Ketan. (2024). Layered Architecture of IoT. 10.4018/979-8-3693-2373-1.ch009.

- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology.
- Mendenhall, W., Beaver, R. J. and Beaver, B. M. (2013) *Introduction to Probability and Statistics*. 14th ed. Boston: Cengage Learning.
- Mercorelli, P. (2026). Actuator Technologies and Control: Materials, Devices and Applications. *Actuators*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/act15040218>
- Merenda, M., Porcaro, C., & Iero, D. (2020). Edge Machine Learning for AI-Enabled IoT Devices: A Review. *Sensors*, 20(9), 2533
- Misra, S., Roy, C., & Mukherjee, A. (2020). *Introduction to Industrial Internet of Things and Industry 4.0*. Boca Raton: CRC Press.
- Montgomery, D. C. and Runger, G. C. (2014) *Applied Statistics and Probability for Engineers*. 6th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Mphale, O., Gorejena, K. N., & Nojila, O. (2024). The Future of Things: A comprehensive overview of Internet of Things history, definitions, technologies, architectures, communication and beyond. *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2).
- Mubarak, R., & Syukron, A. A. (2025). Pengembangan Alat Pendingin Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor Dht 22. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(3), 1554–1561. <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin/article/view/5860>
- Munirathinam, S. (2021). Drift detection analytics for iot sensors. *Procedia Computer Science*, 180, 903–912.
- Muresan, C. I., Birs, I. R., Dulf, E. H., Copot, D., & Miclea, L. (2021). A review of recent advances in fractional-order sensing and filtering techniques. *Sensors*, 21(17), 5920.

- Murniyasih, E., Suryani, L., & Rahawarin, H. F. M. (2023). Penerapan internet of things untuk pemantauan otomatis suhu dan kelembapan tanaman hidroponik menggunakan Raspberry Pi. ... (Teknik Informasi Dan ..., 6(2), 331–338. <https://doi.org/10.37600/tekinkom.v6i2.1024>
- Muttaqin, Mahdianta Pandia, Sudirman, Septiana Dewi Andriana Widia Febriyani, Suardinata, Vina Ardelia Effendy Muhammad Na'im Al Jum'ah, M.L. and Muhammad Dwi Hary Sandy, Janner Simarmata, N. (2025) Keamanan Siber. Edited by A. Karim. Langsa: Yayasan Kita Menulis.
- Muttaqin., D. (2023). Internet of Things (IOT) Teori dan Implementasi.
- Nakano, M., Takahashi, A., & Takahashi, S. (2017). Generalized exponential moving average (EMA) model with particle filtering and anomaly detection. *Expert Systems with Applications*, 73, 187–200.
- Narkhede, N., Shapira, G., & Palino, T. (2021). *Kafka: The Definitive Guide: Real-Time Data and Stream Processing at Scale* 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media.
- OWASP, F. (2024) 'OWASP Internet of Things Project. Retrieved from OWASP.'
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Context aware computing for the Internet of Things: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1), 414–454. <https://doi.org/10.1109/SURV.2013.042313.00197>
- Pozzebon, A. (2024). Edge and fog computing for the Internet of Things. *Future Internet*, 16(3), 101. <https://doi.org/10.3390/fi16030101>
- Prasetyo, Arief & Ratsanjani, M. & Sabana, Satria. (2022). Penerapan Arsitektur IoT Pada Inkubator Telur Puyuh Menggunakan Algoritma Fuzzy. *Jurnal Informatika Polinema*. 8. 45-52. 10.33795/jip.v8i3.859.
- Priestley, M., O'donnell, F., & Simperl, E. (2023). A Survey of Data Quality Requirements That Matter in ML Development Pipelines. *Journal of*

- Data and Information Quality, 15(2), 1–39.
<https://doi.org/10.1145/3592616>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media.
- Pushpa, J., & Kalyani, S. A. (2020). The fog computing/edge computing to leverage Digital Twin. In *Advances in Computers* (Vol. 117, pp. 51–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2019.09.003>
- Ramadhan, S.B. and Annisa, R. (2024) “Internet of Things, Smart City, dan Ibu Kota Nusantara,” *MODUL*, 24(2), pp. 51–62.
- Rawash, Y. Z., Al-Naami, B., Alfraihat, A., & Owida, H. A. (2024). Advanced Low-Pass Filters for Signal Processing: A Comparative Study on Gaussian, Mittag-Leffler, and Savitzky-Golay Filters. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 11(7).
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 30(3), 291–319. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.10.003>
- Redman, T. C. (2008). *Data driven: Profiting from your most important business asset*. Harvard Business Review Press.
- Reis, J., & Housley, M. (2022). *Fundamentals of Data Engineering: Plan and Build Robust Data Systems*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Rosário, A. T., & Raimundo, R. (2024). Internet of Things and Distributed Computing Systems in Business Models. *Future Internet*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/fi16100384>
- Russell, B., & Van Duren, D.(. (2016) *Practical Internet of Things Security*. Packt Publishing.
- Sahoo, J. and Barrett, K. (2021) “Internet of things (IoT) application model for smart farming,” *SoutheastCon 2021. IEEE*, pp. 1–2.

- Saputra, Muhammad. (2026). Kajian Pustaka Komparatif Protokol Komunikasi Internet of Things Berdasarkan Latensi, Efisiensi Energi, dan Skalabilitas. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*. 4. 275-288. [10.61722/jipm.v4i2.2269](https://doi.org/10.61722/jipm.v4i2.2269).
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), Article 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Sarker, I. H., Kayes, A. S. M., Badsha, S., et al. (2024). Machine Learning for Intelligent IoT Systems: Applications and Future Directions. *Journal of Network and Computer Applications*.
- Sayeedi, M. F. A., Deepti, J. F., Osmani, A. M. I. M., et al. (2024). A Comparative Analysis for Optimizing Machine Learning Model Deployment in IoT Devices. *Applied Sciences*, 14(13), 5459
- Schwabish, J. (2021). *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks*. New York: Columbia University Press.
- Serov, A. N., Ivanenko, K. A., & Shatokhin, A. A. (2023). Application of the moving average filter for the tasks of electrical power parameters measurement. 2023 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 340–345.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). *Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support* 11th ed. Harlow: Pearson.
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>

- Silva, L., & Zhang, W. (2024). Fundamental Mechanisms and Generalization Capabilities in Modern Machine Learning Architectures. *IEEE Access*, 12, 14205-14218.
- Solove, D. J. (2021). *Understanding Privacy*. Cambridge: Harvard University Press.
- Stair, R., & Reynolds, G. (2020). *Principles of Information Systems*. Boston: Cengage Learning.
- Statista. (2024) 'Number of Internet of Things (IoT) Connected Devices Worldwide.'
- Supiyandi, A., Priandana, K. and Rahmawan, H. (2025) "Pengembangan Sistem Terintegrasi Real-time Monitoring dan Irigasi Cerdas pada Sawah IPB 4.0."
- Syalianda, S.I. and Kusumastuti, R.D. (2021) "Implementation of smart city concept: A case of Jakarta Smart City, Indonesia," IOP conference series: Earth and environmental science. IOP Publishing, p. 12128.
- Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). How AI can be a force for good. *Science*, 751-752.
- Teh, H. Y., Kempa-Liehr, A. W., & Wang, K. I.-K. (2020). Sensor data quality: A systematic review. *Journal of Big Data*, 7(1), 11.
- Thompson, E., & Al-Qahtani, F. (2023). Machine Learning Paradigms: A Review of Supervised, Unsupervised, and Reinforcement Learning Frameworks. *Artificial Intelligence Review*, 56(4), 3120–3145.
- Triola, M. . (2018) *Elementary Statistics*. 13th ed. Boston: Pearson.
- Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2021). *Information Technology for Management: Driving Digital Transformation to Increase Local and Global Performance, Growth and Sustainability*. Hoboken: Wiley.
- Uckelmann, D., Harrison, M. and Michahelles, F. (2011) *Architecting the Internet of Things*. Springer.

- Union, E. (2016). Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation). Brussels.
- Vadivelu, V., Chinnasamy, M., Rajendran, M., Chandrasekaran, H., & Rathanasamy, R. (2023). Evolution of Internet of Things (IoT). In *Integration of Mechanical and Manufacturing Engineering with IoT*. Wiley.
- Walpole, R. E. (1993) *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Walpole, R. E., Myers, R. H. and Ye, K. (2017) *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. 9th ed. Boston: Pearson Education.
- Warden, P., & Situnayake, D. (2021). *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly Media.
- Wardhana, Aditya. (2023). *Arsitektur dan Standarisasi Internet of Things (IoT)*.
- Ware, C. (2020). *Information Visualization: Perception for Design* 4th ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann.
- Westin, A. F. (1967). *Privacy and Freedom*. New York: Atheneum.
- Wikipedia. (2026, Juni 9). Data science. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_science
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Yofanda, R. T., Eka Nuryanto Budisusila, & Jenny Putri Hapsari. (2025). Sistem Pengendalian Parameter Ruang Otomatis Berbasis Internet of Things dengan Sensor BH1750. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 6(2), 113–128. <https://doi.org/10.18196/mt.v6i2.26124>
- Yoon, J., Jordon, J., & van der Schaar, M. (2018). GAIN: Missing Data Imputation using Generative Adversarial Nets (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1806.02920>

- Zhang, Z., & Zhang, D. (2021). What is data science? An operational definition based on text mining of data science curricula. *Journal of Behavioral Data Science*, 1(1), 1–16.
<https://doi.org/10.35566/jbds.v1i1.2>
- Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. New York: PublicAffairs.

Biodata Penulis



Maemunah M. Penulis merupakan seorang dosen di salah satu Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Negeri. Sebelumnya menyelesaikan Pendidikan Program S1 di Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer di Universitas Negeri Makassar dan S2 di Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

E-mail: maemunahlpdp@gmail.com



Andi Zulherry, S.Kom., M.Kom Lahir di Galang Tahun 1979. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Perbaungan tahun 1992 , dilanjutkan SMP Negeri 1 Perbaungan tahun 1995 dan SMU Swasta Al-Azhar Medan tahun 1998. Kemudian menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Universitas Gunadarma di Depok, Jawa Barat pada tahun 2003 dan menyelesaikan Magister di Universitas Potensi Utama Medan, Sumatera Utara pada tahun 2021.

Saat ini adalah dosen tetap Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Universitas Muhammadiyah

Sumatera Utara. Mengampu mata kuliah Pengantar Teknologi Informasi, Sistem Operasi, Komunikasi Data dan Jaringan Komputer, Manajemen dan Desain Jaringan Komputer, Teknologi Antar Jaringan. Sebelumnya pernah bekerja di beberapa perusahaan sebagai support and system engineer, dilibatkan dalam proyek komputer dan jaringan di sekolah dan perusahaan.

E-mail: andizulherry@umsu.ac.id



Mhd. Basri, S.Si., M.Kom. Lahir di Binjai pada tanggal 11 Juli Tahun 1988. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 112162 Rantau Prapat (SDN 13 Rantau Utara) tahun 2000 , Kemudian dilanjutkan SMP di sekolah Negeri 1 Rantau Utara tahun 2003 dan SMA di Negeri 1 Rantau Utara tahun 2006.

Wisuda Sarjana di Universitas Negeri Medan (UNIMED) Medan pada bidang ilmu matematika pada tahun 2011, dan menyelesaikan program

Magister di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi pada program studi Teknik Informatika di Universitas Sumatera Utara (USU) tahun 2017. Sebagai tenaga pengajar yang bertugas di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU pada tahun 2020 sampai sekarang. Penulis juga mengasuh mata kuliah Analisis dan Desain Sistem, Mikrokontroler dan Bahasa Assembly, Internet of Thing (IoT) dan Robotik pada program studi Teknologi Informasi.

E-mail: mhd.basri@umsu.ac.id



Abdul Jalil, adalah Dosen Prodi Teknik Komputer dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Beliau telah menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Sistem Komputer, STMIK Handayani Makassar, kemudian menyelesaikan studi S2 pada program Pascasarjana Magister Sistem Komputer STMIK Handayani Makassar, serta menyelesaikan studi S3 di Department of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology, Japan.

Saat ini beliau mengampu mata kuliah Sistem Digital, Sistem Embedded dan Internet of Things, serta Rekayasa Jaringan Komputer Dasar dan Lanjut. Selain mengajar, beliau juga aktif sebagai pembimbing Robotika di Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Beliau telah menghasilkan karya tulis yang diterbitkan pada jurnal nasional terakreditasi, konferensi nasional dan internasional, serta jurnal internasional

terindex Scopus. Beliau juga telah menerbitkan beberapa buku referensi pada bidang komputer.

E-mail: abduljalil@poliupg.ac.id



Ery Murniyasih. tercatat sebagai pengajar di program studi Teknologi Rekayasa Komputer dan Jaringan, Politeknik Saint Paul Sorong, di timur Indonesia. Wanita yang kerap disapa Ery ini adalah anak dari Abdul Manan Fakaubun (Ayah) dan Sania Ibrahim (Ibu). Memiliki keluarga kecil (suami dan 4 orang Anak). sangat tertarik berbagi ilmu-ilmu teknologi khususnya bidang komputer bersama anak-anak Papua.

Mengampu mata kuliah Algoritma dan Pemrograman, Sensor Network, Pengantar IoT, Rancangan dan Aplikasi IoT, Internet of Things Networking, Arsitektur dan Infrastruktur IoT, Sistem Komunikasi Jaringan 3T. Turut aktif dan proses bimbingan kreativitas mahasiswa di bidang Teknologi Informasi dan aktif dalam penelitian dan pengabdian masyarakat di wilayah Papua Barat Daya.

E-mail: ery.murniyasih@gmail.com



Irfan Fahmi Ahmadi. Telah menyelesaikan studi Program Sarjana Informatika di Institut Teknologi PLN (ITPLN). Saat ini, ia sedang melanjutkan studi Program Magister Sistem Informasi di Telkom University. Ia juga sedang menjalankan riset terkait Model Solusi Smart Portable Green House Pembibitan Padi Berbasis Kolaborasi Internet of Things dan Arm Collaborative Robotic dengan dukungan mitra UPTD Balai Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat.

Memiliki ketertarikan dan kompetensi pada bidang Internet of Things, Wireless Sensor Network, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Machine Learning, Computer Vision dan Robotic. Dalam pengembangan kompetensi, ia telah

mengikuti berbagai sertifikasi dan pelatihan antara lain Artificial Intelligence with Machine Learning dari Oracle Academy, Oracle Cloud Infrastructure Foundations I dari Oracle Academy serta Database Administration Fundamentals dari Microsoft Technology Associate.

Dalam bidang penulisan dan publikasi, ia telah menulis karya ilmiah terkait prototype sistem informasi visual berbasis YOLOv8 untuk pengendalian autonomous robotic arm yang dipublikasikan melalui IEEE. Pada karya ini, ia berkontribusi dalam Edge Computing dan Fog Computing. Kontribusi tersebut menekankan pentingnya pemrosesan data yang lebih dekat dengan sumber data untuk mendukung sistem IoT yang responsif, efisien, adaptif dan relevan bagi penerapan teknologi cerdas seperti cloud continuum, artificial intelligent dan digital twin.

E-mail: irfanfahmiahmadi@student.telkomuniversity.ac.id,
irfanrsbi@gmail.com



Monica Fransisca. Saya menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada tahun 2013 dan melanjutkan studi S2 pada Program Magister Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dengan konsentrasi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer di universitas yang sama pada tahun 2015. Saat ini saya aktif sebagai dosen pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Putra Indonesia YPTK Padang.

Bidang kompetensi yang saya tekuni meliputi Teknologi Informasi, Algoritma dan Struktur Data, Sistem Basis Data, serta Pemrograman Visual. Dalam dua tahun terakhir, saya juga telah menulis lima buku referensi sebagai bentuk kontribusi dalam pengembangan literatur akademik dan pendidikan di bidang informatika dan teknologi pendidikan.

monicafransisca@upiypk.ac.id



Tri Siswandi Syahputra merupakan dosen pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera (ITERA). Ia menyelesaikan pendidikan Magister Fisika Institut Teknologi Bandung dan saat ini sedang menempuh Program Doktor Fisika di Universitas Gadjah Mada. Aktivitas akademiknya meliputi pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat dengan fokus pada bidang sensor array, Internet of Things (IoT), data science, serta kecerdasan buatan dalam instrumentasi.

Minat penelitiannya mencakup pengembangan sistem sensor cerdas, electronic nose, electronic tongue, sensor optic multikanal spektral, machine learning, dan integrasi IoT untuk aplikasi pangan, lingkungan, serta industri. Penulis juga aktif menghasilkan publikasi ilmiah pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Dalam hal pengajaran penulis mampu mata kuliah Metodologi pengukuran dan pengolahan data, Elektronika, Sistem sensor, dan Kecerdasan buatan dalam instrumentasi.

E-mail: trisiswandi@fi.itera.ac.id



Atam Rifa'i Sujiwanto. Telah menyelesaikan studi Program Sarjana Informatika di Institut Teknologi PLN (ITPLN). Ia merupakan pegawai PT PLN (Persero) pada Unit Induk Distribusi Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, dan Gorontalo, dengan jabatan sebagai Technician Transaksi Energi Listrik di UP3 Tolitoli.

Memiliki ketertarikan dan kompetensi pada bidang Internet of Things, Artificial Intelligence, Data Science, Machine Learning, dan Computer Vision.

Dalam pengembangan kompetensi, ia telah mengikuti berbagai sertifikasi dan pelatihan, antara lain Azure AI Fundamentals, Deep Learning AI TensorFlow Developer, TensorFlow: Data and Deployment, Google IT Automation with Python, Mathematics for Machine Learning, serta Microsoft Excel Specialist.

Selama berkarier di PLN, ia aktif dalam pengembangan inovasi berbasis teknologi, analisis data, dan otomatisasi proses bisnis. Ia juga pernah memperoleh

penghargaan Juara 2 Karya Inovasi PLN XXVIII Tahun 2025 Bidang Proses Bisnis Manajemen, Juara 3 Karya Inovasi PLN XXVIII Tahun 2025 Bidang Aplikasi, serta Best Customer Engagement PLN Marketing Award 2025.

Dalam bidang penulisan dan publikasi, ia telah menulis karya terkait pengenalan pembacaan meter listrik otomatis menggunakan model Faster R-CNN yang dipublikasikan melalui IEEE, serta kajian perbandingan performa model klasifikasi kesehatan daun tomat menggunakan VGG, MobileNet, dan Inception V3. Pada karya ini, ia berkontribusi dalam bagian Visualisasi Data Sensor, khususnya dalam penyajian data hasil pengukuran agar lebih informatif, mudah dianalisis, dan mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data.

E-mail: atamrifai@gmail.com atam.sujiwanto@pln.co.id



Muhammad Daud. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Kehutanan Universitas Hasanuddin (UNHAS) Tahun 2007, S2 Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan IPB Tahun 2010 serta Insinyur Bidang Teknik Kehutanan, IPB, 2020. Penulis saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis merupakan Kepala Laboratorium Pemanfaatan Hasil Hutan,

Sekretaris Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Pengembangan Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar, dan Editor-in-Chief Forest Services Journal. Penulis memiliki keahlian di bidang Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), bioenergi, biomassa dan dinamika karbon hutan, mitigasi perubahan iklim, serta analisis dampak lingkungan pengolahan hasil hutan. Penulis juga ahli analisis data statistik untuk bidang kehutanan dan lingkungan. Penulis aktif sebagai peneliti dan penulis di jurnal nasional dan internasional terindeks SINTA/Scopus, dengan publikasi 94 artikel ilmiah. Selain itu, penulis telah menerbitkan 51 buku referensi, 7 buku ajar, dan 7 buku penuntun praktikum. Dalam bidang riset, penulis menerima hibah dari RisetMu, DIKTI, BRIN, lembaga swasta serta berbagai hibah riset internasional. Saat ini, penulis menjabat sebagai Anggota Pimpinan Lembaga Resiliensi Bencana PWM Sulawesi Selatan, serta aktif di berbagai organisasi profesi seperti PII, PERTALINDO, ILCAN, IUFRO, INBAR, MAPEKI, KOMHINDO dan MKTI. Penulis tersertifikasi: Dosen Profesional, Auditor SVLK, Insinyur Profesional Madya, Auditor Lingkungan, KTPA AMDAL, Ahli K3 Umum, Analis SOP, Trainer Profesional, Auditor ISO, Climate Leader, dan

Pendamping Proses Produk Halal. Selain sebagai akademisi, penulis aktif menjadi narasumber pada forum nasional dan internasional, serta menjadi konsultan ahli di bidang kehutanan dan lingkungan, khususnya studi AMDAL, studi kelayakan, audit lingkungan, LCA-PROPER, ISPO/RSPO dan pemberdayaan masyarakat sekitar hutan serta pendidikan perubahan iklim. Penulis telah mengikuti 76 kursus/pelatihan (3 internasional), 107 seminar/workshop (19 internasional), terlibat 64 proyek kolaborasi penelitian (19 Ketua Tim) dan 38 proyek pengabdian masyarakat (13 Ketua Tim) baik tingkat nasional maupun internasional serta telah menyusun 264 AMDAL di Indonesia, dan 73 diantaranya sebagai ketua tim. E-mail: muhdaud@unismuh.ac.id, mdaudhammasa@gmail.com



Sriwahyuningsih Piu, Lahir di Gorontalo, pada 22 Juni 1989. Wanita yang kerap disapa Yayuk ini adalah anak pertama dari empat bersaudara. Ia adalah salah satu alumnus Pascasarjana Universitas Hasanuddin Jurusan Teknik Informatika, dan sekarang menjadi seorang dosen di Universitas DIPA Makassar. Selain menjadi seorang dosen, ia juga merupakan seorang ibu rumah tangga dengan 3 orang anak. Ia memiliki antusiasme yang tinggi terhadap pekerjaan akademik dan juga tanggung jawab dalam menjalankan rumah tangga.



Dr. Ir. Muhammad Nadzirin Anshari Nur, S.Kom., MT Lahir di Ujungpandang 4 November 1979 Menyelesaikan pendidikan S1 pada STMIK Handayani Makassar Program Studi Teknik Komputer, S2 di Universitas Hasanuddin Jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Informatika Pendidikan S3 di Universitas Negeri Makassar pada program studi Pendidikan Vokasi Keteknikan, Menyelesaikan Program Profesi Insinyur di Universitas Muslim Indonesia dan saat ini menjadi tenaga pengajar di Teknik Elektro Universitas Halu Oleo dan aktif menulis di beberapa media cetak, online, jurnal dan telah menulis beberapa buku.



Suardinata. Ia mengikuti Pendidikan Program S1 di jurusan Teknik Informatika (STMIK AMIK Riau dan S2 di jurusan Teknologi Informasi UPI YPTK Padang. Dan pernah melanjutkan studi Doctoral (S3) di fakulti Computer and Communication Universitas Teknologi Malaysia (UTM) Malaysia. Ia adalah dosen tetap Program Studi Sistem Informasi pada Universitas Metamedia.

Ia pernah bekerja pada perusahaan asing hampir 5 tahun di PT.Indah Kiat Pulp and Paper, Tbk dengan posisi sebagai operator Distributed Computer System (DCS). Beberapa mata kuliah yang pernah diampunya berkaitan dengan tema buku ini adalah mata kuliah Jaringan Komputer, Desain dan Manajemen Jaringan Komputer, Dasar-dasar Keamanan Informasi, Keamanan Komputer, Keamanan Sistem Informasi. Keamanan siber dan Cyber Security Teori dan Implementasi. Disamping itu ia juga mengampu mata kuliah Enterprise Resource Planning (ERP), Permodelan Bisnis, E-Bisnis. Selama ini terlibat aktif sebagai dosen pembimbing dan penguji tugas akhir mahasiswa berkaitan dengan jaringan komputer, Keamanan komputer, keamanan sistem Informasi, Keamanan Siber dan mata kuliah lainnya seperti ERP, e-Bisnis, e-Agribisnis, e-Marketplace dan e-Commerce.

Selama ini terlibat aktif dalam pengembangan usaha bisnis online, warnet, agribisnis, bisnis multilevel marketing dan bisnis pengobatan dan herbal

E-mail: suardinata@stmikindonesia.ac.id, suardinata@gmail.com



Bongga Arifwidodo, merupakan dosen di Telkom University kampus Purwokerto yang memiliki minat pada bidang jaringan komputer, keamanan siber (cybersecurity), Internet of Things (IoT), komputasi awan (cloud computing), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), dan analisis data.

Dalam kegiatan akademik, penulis mengampu berbagai mata kuliah yang berkaitan dengan jaringan komputer, cloud computing, Internet of Things, keamanan informasi, serta teknologi digital. Selain aktif dalam pengajaran, penulis juga terlibat dalam berbagai penelitian dan publikasi ilmiah pada bidang

keamanan siber, machine learning untuk deteksi serangan jaringan, privasi data, dan transformasi digital.

E-mail: bonggaa@telkomuniversity.ac.id

DATA SCIENCE

dan Internet of Things (IoT)

Perkembangan teknologi informasi telah menghasilkan miliaran perangkat yang saling terhubung melalui Internet of Things. Perangkat-perangkat tersebut mampu menghasilkan data dalam jumlah yang sangat besar dan terus bertambah setiap saat. Namun, data yang melimpah tidak akan memberikan nilai tambah apabila tidak diolah menjadi informasi yang bermakna. Oleh karena itu, Data Science hadir sebagai disiplin ilmu yang mampu mengumpulkan, membersihkan, menganalisis, memvisualisasikan, hingga menghasilkan prediksi berbasis data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat, akurat, dan cerdas..

Buku ini membahas:

- Bab 1 Pengantar Data Science dan IoT
- Bab 2 Evolusi Teknologi IoT
- Bab 3 Konsep Data: Driven Systems
- Bab 4 Arsitektur Sistem IoT
- Bab 5 Sensor, Aktuator, dan Perangkat IoT
- Bab 6 Edge Computing dan Fog Computing
- Bab 7 Cloud Computing untuk IoT
- Bab 8 Data Cleaning dan Filtering Sensor
- Bab 9 Visualisasi Data Sensor
- Bab 10 Statistik Dasar untuk Data IoT
- Bab 11 Pengantar Machine Learning untuk IoT
- Bab 12 Studi Kasus Smart City dan Smart Agriculture
- Bab 13 Keamanan Sistem IoT
- Bab 14 Privasi dan Etika Data



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

