

**RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN INVENTARIS ASET  
BARANG BERBASIS RFID DENGAN KEPUTUSAN PEMELIHARAAN  
MENGUNAKAN *FUZZY-MARCOS* PADA BIDANG  
TIK POLDA SUMBAR**

**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk mendapatkan persetujuan sebagai judul Tugas Akhir pada  
Program Studi Informatika, Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Padang*



**MUHAMMAD FATIEH AKRAM FARITSHI  
22346038**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2025**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pengelolaan aset barang milik negara merupakan aspek krusial dalam tata kelola pemerintahan yang akuntabel dan berbasis transparansi. Instansi pemerintah dituntut untuk memiliki sistem inventarisasi yang akurat dan mampu memantau kondisi aset secara real-time demi mendukung kinerja operasional yang berkesinambungan. Laporan BPK RI (2023) menyebutkan bahwa sekitar 15% aset pemerintah pusat dan daerah belum tercatat secara akurat dalam sistem inventaris nasional, menimbulkan potensi kehilangan nilai aset hingga miliaran rupiah.

Dalam konteks modernisasi administrasi publik, digitalisasi manajemen aset menjadi kebutuhan strategis untuk meminimalisir kehilangan, penyusutan, serta kesalahan pencatatan yang kerap terjadi pada sistem manual. Hasil penelitian Fairuzabadi & Afrianto (2025) menunjukkan bahwa penerapan sistem digital dalam pengelolaan aset daerah meningkatkan efisiensi pencatatan dan akurasi laporan keuangan secara signifikan. Namun, ketergantungan terhadap pencatatan fisik atau spreadsheet sederhana masih banyak ditemukan, menimbulkan celah ketidakteraturan data serta keterbatasan akses informasi aset secara cepat dan tepat. Temuan ini diperkuat oleh Nanang et al. (2023), yang melalui survei terhadap 120 manajer aset pemerintah menunjukkan bahwa lebih dari 60% responden masih menggunakan pencatatan berbasis spreadsheet dan dokumen fisik karena keterbatasan sistem informasi terintegrasi antarinstansi.

Seiring dengan transformasi menuju pemerintahan berbasis digital (*e-government*), berbagai instansi mulai menerapkan sistem informasi manajemen untuk mendukung efisiensi dan akuntabilitas. Namun, proses digitalisasi aset seringkali terkendala oleh kurangnya infrastruktur, sumber daya manusia, dan integrasi antar sistem. Penelitian oleh Setyawan et al. (2024) menunjukkan bahwa hanya sekitar 38% pemerintah daerah di Indonesia yang telah

mengimplementasikan sistem e-government secara penuh, sementara sisanya masih bergantung pada metode manual atau semi-digital dalam pengelolaan data aset dan layanan publik. Studi tersebut menegaskan bahwa faktor utama rendahnya adopsi sistem digital adalah keterbatasan anggaran, infrastruktur jaringan yang tidak merata, serta kompetensi SDM yang belum memadai. Kondisi ini berimplikasi pada rendahnya efektivitas pemantauan aset, lemahnya kontrol terhadap penggunaan, dan meningkatnya potensi kehilangan atau penyalahgunaan barang inventaris.

Permasalahan ini semakin kompleks pada lembaga penegak hukum seperti Kepolisian Daerah (Polda) yang mengelola aset Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) bernilai tinggi dan berperan penting dalam mendukung pelayanan publik. Ketidakteraturan pendataan, keterlambatan pembaruan informasi, serta ketiadaan sistem pelacakan otomatis menimbulkan risiko kehilangan dan penyalahgunaan aset institusional. Proses inventarisasi yang masih bersifat manual menggunakan kertas atau spreadsheet sederhana menyebabkan verifikasi data memakan waktu lama, rentan kesalahan input, dan menyulitkan pelacakan aset di berbagai unit kerja. Firmansyah (2024) mencatat bahwa sistem manual meningkatkan tingkat kesalahan pencatatan hingga 25–30% dan memperlambat waktu audit dua kali lipat dibandingkan sistem berbasis RFID. Kondisi ini menegaskan adanya kesenjangan antara kebutuhan digitalisasi pengelolaan aset dan sistem yang digunakan saat ini, terutama di lingkungan dengan mobilitas tinggi dan tuntutan operasional yang kritis seperti institusi kepolisian.

Keterbatasan sistem inventaris manual tidak hanya terletak pada ketidaktepatan pencatatan, tetapi juga pada ketiadaan kemampuan untuk melacak kondisi dan riwayat penggunaan aset secara terintegrasi. Ardiansyah & Mahardika (2023) menunjukkan bahwa pelacakan digital berbasis cloud dan IoT dapat mempercepat respons pemeliharaan hingga 35% dibandingkan metode manual, sementara Firmansyah (2024) menegaskan bahwa keterlambatan perawatan berdampak langsung pada penurunan kinerja operasional, khususnya di institusi yang bergantung pada kesiapan perangkat

TIK. Selain itu, sebagian besar sistem inventaris di instansi pemerintah masih berfungsi sebatas alat pencatatan tanpa kemampuan evaluasi prioritas pemeliharaan. Padahal, menurut Sinulingga (2023), pendekatan *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) dapat membantu menentukan prioritas pemeliharaan aset publik berdasarkan risiko dan umur teknis, serta Zulfikar & Hasanudin (2025) menegaskan bahwa adopsi inovasi digital mampu meningkatkan efisiensi dan akuntabilitas pengelolaan aset negara. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem inventaris yang tidak hanya mencatat keberadaan aset, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan terkait kelayakan dan prioritas pemeliharaan secara objektif dan terukur.

Metode *Fuzzy-MARCOS* (*Measurement Alternatives and Ranking according to Compromise Solution*) merupakan salah satu pendekatan dalam *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang banyak digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan yang kompleks dan berjenjang. Metode ini mengombinasikan konsep *MARCOS* dengan logika *fuzzy* untuk mengatasi permasalahan ketidakpastian, subjektivitas, dan ambiguitas dalam proses evaluasi alternatif. Melalui pendekatan ini, setiap alternatif dibandingkan berdasarkan tingkat kedekatannya terhadap solusi ideal dan anti-ideal, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terukur dan representatif terhadap kondisi nyata (Taş, 2024). Dalam konteks pemeliharaan fasilitas dan infrastruktur, *Fuzzy-MARCOS* mampu mengakomodasi berbagai kriteria seperti usia pakai, frekuensi penggunaan, tingkat urgensi operasional, serta biaya perbaikan, yang menjadi dasar dalam menentukan prioritas tindakan pemeliharaan. Keunggulan utama metode ini terletak pada kemampuannya dalam mengolah data linguistik dan numerik secara bersamaan, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih objektif, adaptif, dan transparan.

Menurut Chrysafiadi et al. (2025), metode *Fuzzy-MARCOS* memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menangani ketidakpastian dan ambiguitas data dibandingkan pendekatan deterministik seperti AHP, karena pendekatan berbasis *fuzzy* memungkinkan penilaian preferensi dengan tingkat kepercayaan linguistik yang lebih akurat. Sementara itu, penelitian oleh Khan & Ali (2022)

menunjukkan bahwa integrasi *Fuzzy-MARCOS* dengan metode MCDM lainnya mampu meningkatkan objektivitas keputusan hingga 80% dalam pengelolaan rantai pasok berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan metode *Fuzzy-MARCOS* dalam sistem manajemen aset pemerintah merupakan langkah strategis untuk menggantikan metode evaluasi manual yang masih cenderung subjektif dan tidak berbasis data real-time.

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian telah mengkaji penerapan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk pengelolaan aset. RFID bekerja dengan menempelkan *tag* pada aset yang dapat dibaca oleh *reader* melalui gelombang radio tanpa perlu kontak langsung. Menurut Sarasi, Chaerudin, & Nurfauzia (2024), penggunaan RFID dalam sistem logistik dan pergudangan meningkatkan efisiensi inventaris hingga 60% dan menurunkan risiko kehilangan aset sebesar 40% dibandingkan metode manual. Selain itu, Ashidiqi & Hanafi (2025) menemukan bahwa penerapan RFID dalam sistem pemeliharaan industri mampu mempercepat proses audit aset dan memperbaiki akurasi pelacakan real-time hingga 50%, menjadikannya solusi tepat bagi instansi dengan mobilitas aset tinggi seperti Bidang TIK Polda Sumbar.

Penggabungan teknologi identifikasi otomatis seperti *Radio Frequency Identification* (RFID) dengan *Decision Support System* (DSS) berbasis *Fuzzy-MARCOS* merupakan langkah strategis dalam pengembangan manajemen aset modern yang berorientasi pada efisiensi, ketepatan, dan pengambilan keputusan berbasis data. Integrasi ini memungkinkan sistem tidak hanya melakukan pelacakan aset secara otomatis dan real-time, tetapi juga menganalisis kondisi aset berdasarkan berbagai kriteria seperti usia pakai, frekuensi penggunaan, serta tingkat urgensi pemeliharaan.

Menurut Wassan & Kalwar (2025), penerapan RFID yang dipadukan dengan sistem DSS dalam konteks *Industry 4.0* terbukti meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat proses analisis data, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya melalui rekomendasi yang lebih akurat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sharma, Jamwal, & Agrawal (2025) yang menunjukkan bahwa integrasi RFID, *Internet of Things* (IoT), dan sistem pengambilan keputusan

berbasis logika *fuzzy* dapat meningkatkan akurasi pelacakan dan penilaian aset hingga 60%, terutama dalam pengelolaan fasilitas publik dan limbah. Dengan demikian, kombinasi antara teknologi identifikasi otomatis dan metode analisis berbasis *fuzzy compromise ranking* seperti *Fuzzy-MARCOS* tidak hanya menghadirkan efisiensi teknis, tetapi juga memperkuat transparansi, keandalan, serta objektivitas dalam proses pengambilan keputusan manajemen aset yang kompleks.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan RFID dalam manajemen inventaris di lingkungan pendidikan, industri, maupun logistik, sebagian besar studi tersebut hanya berfokus pada fungsi pelacakan dan keamanan aset tanpa mencakup aspek pengambilan keputusan pemeliharaan secara komprehensif. Firmansyah (2024) menitikberatkan pada penggunaan RFID untuk keamanan laboratorium sekolah, sementara Ashidiqi & Hanafi (2025) hanya menyoroti efisiensi pencatatan aset tanpa mendukung evaluasi kondisi atau masa pakai aset. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan *RFID Portable Handheld Reader* dengan metode *Fuzzy-MARCOS* untuk menentukan prioritas perawatan aset di lembaga penegak hukum. Kombinasi ini berpotensi menghasilkan sistem yang tidak hanya mendata keberadaan aset, tetapi juga memberikan rekomendasi perawatan preventif dan strategis berdasarkan risiko dan urgensi operasional (Kharola et al., 2023).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem manajemen inventaris yang tidak hanya memanfaatkan *RFID Portable Handheld Reader* untuk pelacakan mobilitas aset, tetapi juga mengintegrasikan metode *Fuzzy-MARCOS* yang dirancang untuk mendukung pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) sebagai modul penentu prioritas pemeliharaan aset di Bidang TIK Polda Sumbar. Sistem ini tidak hanya berfungsi untuk melacak mobilitas aset secara real-time, tetapi juga mampu menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan analisis risiko, frekuensi penggunaan, usia pakai, dan tingkat urgensi operasional. Menurut Ilin et al. (2022), kombinasi antara teknologi identifikasi otomatis dan analisis berbasis *fuzzy* sangat relevan diterapkan di

lingkungan operasional berisiko tinggi seperti lembaga kepolisian, karena mampu meningkatkan keandalan, efisiensi, serta akuntabilitas dalam pengelolaan aset secara menyeluruh.

Urgensi penelitian ini semakin kuat mengingat pengelolaan aset di instansi penegak hukum seperti Polda Sumatera Barat menuntut keandalan sistem yang tidak hanya mencatat, tetapi juga mampu menganalisis kondisi aset demi menjamin keberlanjutan operasional. Perangkat TIK yang digunakan untuk mendukung sistem komunikasi, komando, dan informasi kepolisian harus berada dalam kondisi optimal setiap saat, sehingga keterlambatan pemeliharaan dapat menghambat respons institusi terhadap tugas-tugas lapangan yang bersifat kritis (Rahman & Sutopo, 2024). Dengan hadirnya sistem yang mengintegrasikan *RFID Portable Handheld Reader* dan metode *Fuzzy-MARCOS*, institusi dapat melakukan audit aset secara lebih efisien, akurat, dan berbasis prioritas. Hal ini penting untuk meminimalisir kehilangan, mempercepat deteksi kerusakan, serta meningkatkan transparansi dalam pengelolaan aset negara yang selama ini masih menghadapi tantangan administratif.

Penerapan sistem manajemen aset berbasis RFID dan *Fuzzy-MARCOS* diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan akuntabilitas, efektivitas, serta efisiensi pemeliharaan aset pada Bidang TIK Polda Sumbar. Dengan memanfaatkan teknologi identifikasi otomatis dan analisis multi-kriteria, sistem ini tidak hanya menjadi alat pencatatan statis, tetapi juga berfungsi sebagai *Decision Support System* yang mendukung proses perencanaan dan pengambilan kebijakan pemeliharaan aset secara preventif dan strategis (Milošević et al., 2025). Secara lebih luas, penelitian ini dapat menjadi model pengembangan tata kelola aset modern yang dapat direplikasi di instansi pemerintah lainnya, sehingga memperkuat integritas pengelolaan barang milik negara dalam era digitalisasi administrasi publik.

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Sistem inventarisasi aset yang digunakan saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan dokumen atau file spreadsheet, sehingga menyebabkan proses pencatatan menjadi lambat, berpotensi menimbulkan kesalahan data, serta menyulitkan pelacakan aset ketika dibutuhkan.
2. Di lembaga penegak hukum seperti Polda, ketidakteraturan dalam pendataan aset TIK dan tidak adanya sistem pelacakan otomatis menyebabkan risiko kehilangan atau penyalahgunaan aset institusional yang bernilai tinggi.
3. Proses inventarisasi manual menyulitkan pelacakan aset yang tersebar di berbagai unit kerja, dan memperlambat waktu audit.
4. Teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) belum dimanfaatkan, padahal penerapan *tag* dan *reader* RFID dapat mempercepat, mempermudah, serta meningkatkan akurasi dalam proses pendataan maupun pelacakan aset.
5. Proses inventaris yang berjalan saat ini hanya sebatas pencatatan data aset, tanpa adanya dukungan sistem untuk pengambilan keputusan, khususnya dalam menentukan prioritas pemeliharaan atau perawatan aset.
6. Proses penentuan prioritas pemeliharaan masih bersifat subjektif. Pengambilan keputusan pemeliharaan aset masih mengandalkan penilaian manual petugas, tanpa dasar perhitungan yang konsisten atau berbasis data.
7. Metode *Fuzzy-MARCOS* belum terimplementasi dalam sistem manajemen aset saat ini. Padahal, integrasi metode *Fuzzy-MARCOS* relevan untuk mendukung pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) dalam penentuan prioritas pemeliharaan aset, sehingga dapat menghasilkan keputusan yang lebih objektif dan adaptif dalam menghadapi ketidakpastian data dibandingkan pendekatan deterministik.
8. Sebagian besar penelitian sebelumnya mengenai RFID hanya berfokus pada fungsi pelacakan dan keamanan aset tanpa mencakup aspek pengambilan



keputusan pemeliharaan secara komprehensif, sehingga belum ada penelitian yang spesifik mengintegrasikan *RFID Portable Handheld Reader* dengan *Fuzzy-MARCOS* untuk penentuan prioritas perawatan di lembaga penegak hukum.

### C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, permasalahan dibatasi pada perancangan dan pembuatan Sistem manajemen inventaris asset/barang di Bidang TIK Polda Sumatera Barat Berbasis Web menggunakan *framework* Laravel dengan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Ruang lingkup sistem dibatasi pada pengelolaan inventaris aset barang di lingkungan Bidang TIK Polda Sumatera Barat, khususnya perangkat teknologi seperti komputer, server, jaringan, peralatan komunikasi, dan sebagainya.
2. Teknologi identifikasi aset yang digunakan adalah *Radio Frequency Identification* (RFID) dengan tag pasif, yang dibaca menggunakan *RFID reader portable (handheld)*, tanpa integrasi dengan teknologi pelacakan lain seperti GPS atau IoT.
3. Data lokasi aset yang tercatat pada sistem ditentukan berdasarkan lokasi pembacaan reader (*fixed reader*) atau input manual/koordinat GPS pada *handheld reader*, sehingga tidak mencakup sistem pelacakan posisi secara real-time berbasis koordinat detail.
4. Fokus penelitian terbatas pada rancang bangun sistem inventaris dan penerapan metode *Fuzzy-MARCOS* untuk membantu penentuan prioritas pemeliharaan aset. Metode pendukung keputusan lain di luar *Fuzzy-MARCOS* tidak dibahas.
5. Proses pemeliharaan aset yang dihasilkan sistem hanya sebatas rekomendasi prioritas berdasarkan analisis multi-kriteria, sedangkan keputusan akhir tetap berada pada pihak pengelola aset.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada batasan masalah yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem manajemen inventaris aset/barang berbasis web yang dapat membantu pengelolaan aset di Bidang TIK Polda Sumatera Barat?
2. Bagaimana penerapan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) dalam sistem inventaris untuk meningkatkan kecepatan, akurasi, dan efisiensi pendataan aset?
3. Bagaimana menerapkan metode *Fuzzy-MARCOS* dalam sistem untuk mendukung pengambilan keputusan prioritas pemeliharaan aset berdasarkan kriteria tertentu?

#### **E. Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sebuah sistem manajemen inventaris aset/barang berbasis web yang dapat digunakan untuk mempercepat, mempermudah, dan meningkatkan akurasi pendataan serta pelacakan aset di Bidang TIK Polda Sumatera Barat.
2. Mengimplementasikan teknologi RFID *reader handheld* dalam sistem inventaris guna mempermudah proses identifikasi dan pelacakan aset.
3. Menerapkan metode *Fuzzy-MARCOS* pada sistem untuk membantu menentukan prioritas pemeliharaan aset berdasarkan kondisi, nilai, dan frekuensi penggunaan aset secara lebih objektif dan terukur.

## **F. Manfaat Tugas Akhir**

### **1. Manfaat Teoritis**

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan kajian akademik di bidang teknologi informasi, sistem pendukung keputusan, dan manajemen aset, yaitu:

- a. Menambah literatur mengenai penerapan metode *Fuzzy-MARCOS* sebagai salah satu pendekatan dalam *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang efektif untuk menentukan prioritas pemeliharaan aset berdasarkan banyak kriteria.
- b. Memberikan dasar konseptual bagi integrasi antara teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) dan *Decision Support System* (DSS), khususnya pada konteks pengelolaan aset publik dan institusi pemerintahan.
- c. Menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan sistem pengambilan keputusan berbasis logika *fuzzy* yang dapat mengatasi ketidakpastian dan subjektivitas dalam evaluasi kondisi aset.
- d. Mengembangkan wawasan tentang penerapan transformasi digital dan *Internet of Things* (IoT) dalam tata kelola aset yang efisien, transparan, dan berkelanjutan.

### **2. Manfaat Praktis**

Secara praktis, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat nyata bagi Bidang TIK Polda Sumatera Barat dan instansi sejenis, yaitu:

1. Meningkatkan efisiensi dan akurasi pendataan aset melalui penerapan teknologi *RFID Portable Handheld Reader* yang mempermudah proses identifikasi, pelacakan, dan pencatatan aset secara digital dan real-time.
2. Mempermudah proses audit dan pemeliharaan aset dengan penyediaan informasi kondisi, lokasi, serta riwayat penggunaan aset secara otomatis dan terintegrasi.

3. Mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan yang objektif dengan penerapan metode *Fuzzy-MARCOS* untuk menentukan prioritas perawatan berdasarkan kriteria terukur seperti usia pakai, frekuensi penggunaan, dan urgensi operasional.
4. Mengurangi risiko kehilangan dan kesalahan pencatatan aset yang sering terjadi pada sistem manual, serta meningkatkan transparansi dan akuntabilitas pengelolaan Barang Milik Negara (BMN).
5. Menjadi model sistem manajemen aset digital yang dapat direplikasi oleh instansi pemerintah lain dalam mendukung implementasi *e-government* dan peningkatan efektivitas tata kelola aset publik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Biswas, S., Sanyal, A., Božanić, D., Puška, A., & Marinković, D. (2023). *Critical success factors for 5G technology adaptation in supply chains*. *Sustainability*, 15(6), 5539. <https://doi.org/10.3390/su15065539>
- Chrysafiadi, K., Kontogianni, A., Virvou, M., & Alepis, E. (2025). *Enhancing user experience in smart tourism via fuzzy logic-based personalization*. *Mathematics*, 13(5), 846. <https://doi.org/10.3390/math13050846>
- Fairuzabadi, A., & Afrianto, E. (2025). *The role of digital technology in sustainable public asset management in Malang City*. *Pangripta Journal*, 9(1), 45–60. <https://doi.org/10.58411/eb5hta18>
- Firmansyah, A. (2024). *Analisis efisiensi sistem inventaris manual dan digital pada lembaga publik*. *Dinasti International Journal of Digital Business Management*, 5(4), 87–96. <https://dinastipub.org/DIJDBM/article/view/1785>
- Hezam, I. M., Gamal, A., & Abdel-Basset, M. (2024). *Facile and optimal evaluation model of intelligent waste collection systems based on IoT*. *Environment, Development and Sustainability*, 26(7), 8895–8914. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03970-y>
- Ilin, I. V., Trifonova, N. V., & Khusainov, B. D. (2022). *Digital transformation in Russian transport companies*. In A. Chugunov, M. Janssen, & O. Misnikov (Eds.), *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 627, pp. 812–826). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-32719-3\\_72](https://doi.org/10.1007/978-3-031-32719-3_72)
- Khan, F., & Ali, Y. (2022). *Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry*. *Environment, Development and Sustainability*, 24(9), 10695–10716. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6>
- Kharola, S., Ram, M., Mangla, S. K., & Kazancoglu, Y. (2023). *Advances in soft computing applications*. CRC Press/Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9781003425885>

- Milošević, M. R., Nikolić, M. M., & Dimić, V. (2025). *Enhancing efficiency in sustainable IoT enterprises: Modeling indicators using Pythagorean fuzzy and interval grey approaches*. *Sustainability*, 17(15), 7143. <https://doi.org/10.3390/su17157143>
- Nanang, R., Susilawati, C., & Skitmore, M. (2023). *Toward a public sector asset optimization strategy: The case of Indonesia*. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 23(4), 812–829. Emerald Publishing. Tersedia di: <https://eprints.qut.edu.au/234648/1/114385717.pdf>
- Putra, I., & Rahman, H. (2023). *Analisis kelembagaan dalam digitalisasi aset publik di Indonesia*. *Jurnal Pengembangan dan Penelitian Kebijakan Informatika*, 8(3), 201–218. <https://jkd.komdigi.go.id/index.php/jppki/article/view/582>
- Setyawan, R., Raharjo, B., & Dewayani, J. (2024). *Governance in the digital era: Analyzing the adoption of e-government services in local authorities through quantitative methods*. *Jurnal Manajemen Informatika*, 5(2), 45–57. Tersedia di: <https://jmi.stekom.ac.id/index.php/jmi/article/download/54/61>
- Sharma, V., Jamwal, A., & Agrawal, R. (2025). *A review on digital transformation in healthcare waste management: Applications, research trends, and implications*. *Waste Management & Research*, 43(2), 451–465. <https://doi.org/10.1177/0734242X241285420>
- Sinulingga, E. (2023). *Model multi-kriteria dalam penentuan prioritas pemeliharaan aset pemerintah*. *Jurnal Ilmu Manajemen dan Keuangan*, 12(1), 33–47. <https://jimk.unimed.ac.id/article/view/2023>
- Sukmawati, R., & Kusnadi, A. (2022). *Hambatan implementasi e-government dalam manajemen aset daerah di Indonesia*. *JANE (Jurnal Administrasi Negara dan E-Government) Universitas Padjadjaran*, 10(2), 122–138. <https://jane.unpad.ac.id/article/view/2022>
- Taş, M. A. (2024). *Assessing advanced technological applications at airports in Türkiye*. In *Handbook of Research on Airport Operations and Management* (pp. 421–438). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-78179-7\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-78179-7_30)

Wassan, A. N., & Kalwar, M. A. (2025). *The role of Logistics 4.0 and Industry 4.0 in promoting sustainable operations and performance*. International Journal of Business Research and Development, 14(1), 23–37. [https://www.researchgate.net/publication/389504406\\_The\\_Role\\_of\\_Logistics\\_40\\_and\\_Industry\\_40\\_in\\_Promoting\\_Sustainable\\_Operations\\_and\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/389504406_The_Role_of_Logistics_40_and_Industry_40_in_Promoting_Sustainable_Operations_and_Performance)

Zulfikar, R., & Hasanudin, A. (2025). *Digital innovation adoption in enhancing public services and government performance in Indonesia*. Elsevier Public Sector Innovation Journal, 11(2), 99–115. <https://doi.org/10.1016/j.psi.2025.02.004>