

Pemanfaatan artificial intelligence untuk personalisasi pengalaman belanja e-commerce

Valentinus Agung Putra Gunawan¹, Santi Widyaningrum², dan Hartomy Akbar³

¹Program Studi Manajemen, Universitas Ma Chung, Villa Puncak Tidar Blok N no. 1, Kota Malang, Indonesia, 65151

Correspondence: Valentinus Agung Putra Gunawan (112210065@student.machung.ac.id)

Received: 15 Juni 2025 – Revised: 01 Juli 2025 - Accepted: 22 Juli 2025 - Published: 15 Agustus 2025

Abstrak. Perkembangan digital yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam industri e-commerce Indonesia, mendorong perusahaan untuk menyesuaikan diri dengan ekspektasi konsumen yang semakin beragam dan bersifat individual. Salah satu inovasi teknologi yang berperan penting adalah artificial intelligence, AI, yang memungkinkan platform untuk menganalisis perilaku pengguna, memberikan rekomendasi produk yang relevan, serta menyediakan layanan pelanggan yang responsif dan otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pemanfaatan artificial intelligence, AI, dalam personalisasi pengalaman belanja pada dua platform e-commerce besar di Indonesia, yaitu Tokopedia dan Bukalapak. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus komparatif. Data diperoleh melalui studi literatur, observasi langsung fitur-fitur berbasis artificial intelligence, serta wawancara semi-terstruktur dengan sepuluh pengguna aktif dari kedua platform. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tokopedia mengutamakan pendekatan personalisasi berbasis data perilaku pengguna melalui sistem rekomendasi dan fitur pencarian pintar, sedangkan Bukalapak lebih fokus pada efisiensi layanan dengan mengandalkan chatbot, sistem rekomendasi promosi, dan deteksi penipuan. Perbedaan strategi ini mencerminkan segmentasi pasar yang dituju: Tokopedia pada konsumen ritel yang menuntut kenyamanan, dan Bukalapak pada pelaku UMKM yang mengutamakan kepraktisan dan keamanan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa personalisasi berbasis artificial intelligence tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna, tetapi juga memperkuat loyalitas pelanggan dan daya saing platform. Studi ini juga merekomendasikan pentingnya transparansi dalam penggunaan data dan pengembangan sistem artificial intelligence yang lebih inklusif dan adaptif terhadap konteks lokal Indonesia.

Kata kunci: artificial intelligence, personalisasi, Tokopedia, Bukalapak, e-commerce Indonesia

PENDAHULUAN

Transformasi digital yang berlangsung pesat telah mengubah lanskap industri perdagangan di Indonesia, khususnya dalam sektor e-commerce. Perubahan perilaku konsumen yang semakin bergantung pada layanan daring mendorong perusahaan untuk terus berinovasi guna mempertahankan daya saing dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Salah satu teknologi yang kini banyak dimanfaatkan dalam dunia e-commerce adalah artificial intelligence (kecerdasan buatan), yang memungkinkan sistem untuk menganalisis perilaku konsumen, mempersonalisasi konten, dan memberikan layanan yang lebih cepat serta efisien. Personalisasi menjadi kunci penting dalam memberikan pengalaman belanja yang sesuai dengan preferensi masing-masing pengguna.

Berbagai perusahaan e-commerce global telah memanfaatkan teknologi artificial intelligence secara masif untuk meningkatkan retensi pelanggan dan efisiensi operasional. Di Indonesia, beberapa platform besar seperti Tokopedia dan Bukalapak mulai menerapkan sistem berbasis artificial intelligence dalam bentuk rekomendasi produk otomatis, chatbot layanan pelanggan, serta analitik perilaku pengguna secara real-time (Pratama & Wibowo, 2021; Nasution & Ramadhan, 2022). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan relevansi konten yang ditampilkan kepada pengguna serta mendorong pertumbuhan transaksi digital. Namun, kajian akademik yang secara khusus membandingkan pendekatan personalisasi antara dua perusahaan besar ini masih terbatas.

Tokopedia dan Bukalapak sebagai dua platform e-commerce yang memiliki basis pengguna besar dan beragam di Indonesia, merepresentasikan dinamika dan kompleksitas penerapan teknologi dalam konteks lokal. Tokopedia dikenal dengan pendekatannya dalam memanfaatkan data pengguna untuk menyempurnakan sistem rekomendasi produk, sementara Bukalapak menekankan efisiensi pelayanan melalui chatbot dan sistem deteksi otomatis. Keduanya memiliki karakteristik dan fokus pengembangan teknologi yang berbeda sehingga menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pemanfaatan artificial intelligence dalam personalisasi pengalaman belanja yang dilakukan oleh Tokopedia dan Bukalapak, serta mengevaluasi dampaknya terhadap kepuasan dan perilaku konsumen. Diharapkan hasil

penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi teknologi yang lebih efektif dan berpusat pada pengguna dalam industri e-commerce Indonesia.

MASALAH

Pertumbuhan pesat sektor e-commerce di Indonesia telah menciptakan peluang besar bagi pelaku usaha digital, namun juga menimbulkan tantangan baru yang kompleks dalam memenuhi ekspektasi konsumen. Di tengah persaingan yang semakin ketat, konsumen menuntut pengalaman belanja yang tidak hanya cepat dan mudah, tetapi juga relevan dan personal. Tantangan ini semakin mendesak dengan adanya perubahan pola perilaku konsumen yang mengutamakan efisiensi waktu, kemudahan navigasi, serta kesesuaian produk dengan preferensi pribadi. Oleh karena itu, muncul kebutuhan nyata dari perusahaan e-commerce untuk mengembangkan layanan yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan setiap individu pengguna.

Dalam konteks ini, teknologi artificial intelligence menjadi solusi strategis yang potensial, khususnya dalam aspek personalisasi. Teknologi ini memungkinkan analisis data perilaku pengguna secara otomatis untuk menyusun rekomendasi produk, mengelola komunikasi layanan pelanggan melalui chatbot, dan menyusun strategi promosi yang tepat sasaran. Meskipun potensinya besar, penerapan teknologi artificial intelligence dalam personalisasi pengalaman belanja di e-commerce Indonesia masih menghadapi beberapa permasalahan ilmiah. Salah satunya adalah bagaimana menyesuaikan sistem rekomendasi yang berbasis algoritma global agar sesuai dengan karakteristik konsumen lokal Indonesia yang sangat beragam dari segi budaya, preferensi, hingga tingkat literasi digital.

Selain itu, terdapat tantangan dalam mengukur sejauh mana personalisasi berbasis teknologi artificial intelligence benar-benar meningkatkan kepuasan dan loyalitas konsumen. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kajian komparatif yang meneliti secara mendalam bagaimana platform-platform besar seperti Tokopedia dan Bukalapak mengimplementasikan teknologi ini, serta dampak nyatanya terhadap pengguna. Masalah lain yang relevan adalah keterbatasan transparansi sistem teknologi artificial intelligence yang dapat menimbulkan kekhawatiran etis dan kepercayaan pengguna terhadap platform.

Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut, maka penting untuk mengkaji permasalahan ini secara mendalam melalui pendekatan keilmuan yang menelaah bagaimana teknologi artificial intelligence digunakan untuk memenuhi kebutuhan pengguna, serta bagaimana perusahaan e-commerce di Indonesia menyesuaikannya dengan konteks sosial dan budaya lokal. Penelitian ini diharapkan dapat menjawab kebutuhan akan data dan analisis akademik yang aktual dalam mengembangkan e-commerce yang lebih inklusif dan adaptif terhadap perubahan.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kualitatif dengan metode studi kasus komparatif terhadap dua platform e-commerce besar di Indonesia, yaitu Tokopedia dan Bukalapak. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam terhadap implementasi dan dampak pemanfaatan teknologi artificial intelligence (AI) dalam menciptakan pengalaman belanja yang personal.

Adapun metode pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dilakukan pengumpulan data sekunder dari jurnal ilmiah, artikel, laporan industri, dan dokumentasi resmi Tokopedia dan Bukalapak yang berkaitan dengan penerapan AI, khususnya dalam hal sistem rekomendasi produk, chatbot, dan analitik perilaku pengguna.

2. Observasi Fitur Berbasis AI

Peneliti melakukan observasi langsung terhadap fitur-fitur berbasis AI di kedua platform, seperti sistem rekomendasi produk, pencarian cerdas, interaksi chatbot, serta fitur personalisasi berdasarkan riwayat transaksi dan perilaku pengguna.

3. Wawancara Semi-Terstruktur

Wawancara dilakukan secara daring terhadap sejumlah pengguna aktif Tokopedia dan Bukalapak dengan total 10 responden, masing-masing 5 pengguna dari setiap platform. Tujuannya adalah untuk menggali persepsi, pengalaman, serta kepuasan mereka terhadap fitur personalisasi yang diberikan oleh masing-masing e-commerce.

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif menggunakan teknik analisis tematik. Peneliti mengidentifikasi tema-tema utama terkait efektivitas personalisasi, kemudahan penggunaan, dan dampak terhadap loyalitas konsumen.

5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Malang secara daring, dengan durasi kegiatan selama dua bulan, terhitung dari Maret hingga April 2025.

Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perbandingan strategi personalisasi berbasis AI antara Tokopedia dan Bukalapak, serta implikasinya terhadap peningkatan pengalaman dan kepuasan konsumen dalam konteks e-commerce Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan penting terkait pemanfaatan artificial intelligence (AI) dalam personalisasi pengalaman belanja pada platform e-commerce Tokopedia dan Bukalapak. Temuan ini diperoleh melalui studi literatur, observasi fitur, serta wawancara dengan pengguna aktif kedua platform. Hasil dibagi menjadi tiga aspek utama: (1) Implementasi teknologi AI, (2) Dampak terhadap pengguna, dan (3) Perbandingan strategi personalisasi.

1. Implementasi Teknologi AI

Tokopedia secara konsisten mengembangkan sistem rekomendasi produk berbasis machine learning yang dapat menyesuaikan tampilan produk sesuai dengan preferensi pengguna. Observasi menunjukkan bahwa pengguna secara otomatis mendapatkan daftar rekomendasi yang dipengaruhi oleh riwayat pencarian, klik, serta transaksi sebelumnya. Selain itu, fitur smart search Tokopedia mampu memprediksi kata kunci secara otomatis dan menampilkan hasil yang relevan bahkan sebelum seluruh kata diketik. Di sisi lain, Bukalapak lebih menekankan efisiensi dalam interaksi pengguna melalui chatbot interaktif dan sistem rekomendasi berdasarkan histori transaksi (Hidayat & Sari, 2021). Chatbot

tersebut tidak hanya menjawab pertanyaan pelanggan, tetapi juga menyarankan produk atau promo yang sesuai dengan kebiasaan belanja pengguna. Bukalapak juga mengintegrasikan sistem deteksi penipuan berbasis AI untuk meningkatkan keamanan dan kepercayaan pengguna.

2. Dampak terhadap Pengguna

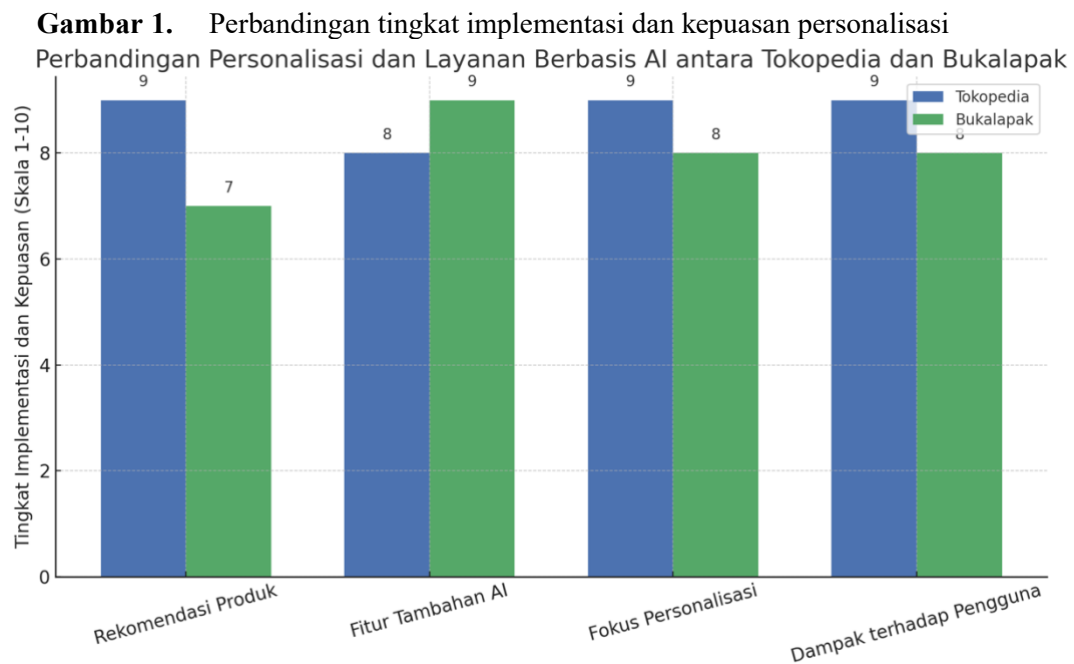
Dari wawancara dengan 10 pengguna aktif, ditemukan bahwa 80% responden Tokopedia merasa sistem rekomendasi sangat membantu dalam menemukan produk yang sesuai kebutuhan mereka. Mereka merasa proses pencarian menjadi lebih cepat dan akurat. Sementara itu, responden Bukalapak menyatakan bahwa fitur chatbot dan rekomendasi promosi sangat berguna, terutama bagi pengguna yang menjalankan usaha kecil (UMKM), karena mempermudah mereka dalam mencari barang dagangan. Namun, beberapa responden juga mengungkapkan kekhawatiran tentang penggunaan data pribadi oleh platform (Sun et al., 2021). Mereka menginginkan transparansi lebih dalam bagaimana data mereka digunakan untuk membentuk rekomendasi.

3. Perbandingan Strategi Personalisasi

Tokopedia unggul dalam personalisasi visual dan navigasi, menggunakan algoritma kompleks untuk menyusun urutan produk yang relevan secara individual. Strategi ini meningkatkan waktu tinggal pengguna dalam platform serta meningkatkan peluang transaksi. Sebaliknya, Bukalapak fokus pada personalisasi fungsional dan efisiensi layanan, dengan mendukung pengguna melalui interaksi cepat dan langsung melalui AI chatbot serta pendekatan yang lebih sederhana namun kontekstual.

Tabel berikut merangkum perbandingan pendekatan personalisasi antara kedua platform:

Tabel 1. Perbandingan pendekatan personalisasi Tokopedia dan Bukalapak		
Aspek	Tokopedia	Bukalapak
Rekomendasi Produk	Berdasarkan perilaku browsing & transaksi	Berdasarkan riwayat transaksi dan segmentasi
Fitur Tambahan Berbasis AI	Smart search, real-time analytics	Chatbot, fraud detection
Fokus Personalisasi	Preferensi pengguna individu	Efisiensi dan pendampingan UMKM
Dampak Utama pada Pengguna	Meningkatkan kenyamanan dan kecepatan belanja	Meningkatkan kepercayaan dan pelayanan cepat



Penjelasan dari tabel dan juga grafik diatas adalah sebagai berikut:

1. Rekomendasi Produk

➤ Tokopedia

Tokopedia memanfaatkan teknologi artificial intelligence berbasis machine learning untuk mengembangkan sistem rekomendasi produk yang sangat adaptif. Sistem ini bekerja dengan menganalisis perilaku pengguna secara real-time, seperti riwayat pencarian, klik, dan transaksi sebelumnya. Tokopedia menggunakan kombinasi content-based filtering dan collaborative filtering, yang memungkinkan pengguna menerima saran produk yang sangat relevan bahkan sebelum mereka menyelesaikan mengetik kata kunci dalam fitur pencarian. Pendekatan ini memberikan pengalaman belanja yang personal dan cepat, serta mendorong keterlibatan pengguna yang lebih tinggi.

➤ Bukalapak

Sebaliknya, Bukalapak lebih menekankan pada pendekatan rekomendasi produk yang sederhana namun fungsional. Sistem rekomendasi Bukalapak dibangun berdasarkan riwayat transaksi dan segmentasi pengguna, dengan fokus utama pada pelaku usaha mikro dan kecil. Alih-alih menghadirkan rekomendasi visual yang

canggih, Bukalapak lebih mengutamakan kemudahan akses terhadap produk-produk yang sering dibeli atau sesuai kategori bisnis pengguna. Model ini dirancang untuk memberikan efisiensi kepada pengguna yang membutuhkan layanan cepat dan praktis.

2. Fitur Tambahan Berbasis AI

➤ Tokopedia

Tokopedia melengkapi sistem rekomendasinya dengan fitur tambahan seperti smart search yang prediktif dan analitik perilaku real-time. Fitur-fitur ini membantu sistem menyesuaikan tampilan beranda dan pencarian secara dinamis berdasarkan minat pengguna. Namun, layanan interaktif berbasis AI seperti chatbot masih belum menjadi fokus utama Tokopedia, sehingga keterlibatan pengguna lebih banyak terjadi secara pasif melalui saran sistem dan konten visual.

➤ Bukalapak

Berbeda dengan Tokopedia, Bukalapak mengandalkan AI chatbot sebagai salah satu fitur utama untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Chatbot ini tidak hanya berfungsi sebagai layanan pelanggan otomatis, tetapi juga dapat memberikan rekomendasi produk dan promosi yang relevan dengan kebiasaan belanja pengguna. Selain itu, Bukalapak mengintegrasikan sistem deteksi penipuan berbasis AI yang bertujuan menjaga keamanan transaksi, terutama bagi pengguna bisnis yang rentan terhadap aktivitas mencurigakan. Fitur-fitur ini dirancang untuk memperkuat kepercayaan dan efisiensi layanan.

3. Fokus Personalisasi

➤ Tokopedia

Tokopedia memiliki orientasi personalisasi yang sangat kuat pada preferensi individu. Setiap pengguna diperlakukan sebagai entitas unik dengan minat dan perilaku spesifik yang terekam oleh sistem. Fokus utama Tokopedia adalah menciptakan pengalaman belanja yang nyaman dan relevan dengan harapan pengguna ritel. Hal ini tercermin dari tampilan visual yang disesuaikan secara otomatis dan penataan produk yang mengikuti pola ketertarikan pengguna. Dengan

pendekatan ini, Tokopedia berhasil menarik konsumen yang mencari kenyamanan dan kesesuaian produk dengan kebutuhan pribadi.

➤ **Bukalapak**

Di sisi lain, Bukalapak lebih menekankan pada personalisasi fungsional yang ditujukan untuk efisiensi. Fokus utamanya adalah pada pengguna UMKM yang membutuhkan layanan cepat, ringkas, dan mudah dipahami. Alih-alih memberikan pengalaman visual yang dalam, Bukalapak menyesuaikan layanan berdasarkan pola transaksi dan kebutuhan bisnis pengguna. Pendekatan ini membuat personalisasi menjadi alat bantu yang mempercepat proses belanja, bukan sekadar meningkatkan kenyamanan.

4. Dampak terhadap Pengguna

➤ **Tokopedia**

Dampak penerapan AI terhadap pengguna Tokopedia sangat signifikan. Berdasarkan wawancara, mayoritas pengguna (80%) merasa terbantu dengan sistem rekomendasi karena mereka dapat menemukan produk yang diinginkan lebih cepat dan akurat. Personalisasi juga meningkatkan waktu interaksi pengguna dalam platform, serta menumbuhkan rasa puas dan loyal terhadap aplikasi. Meski begitu, beberapa pengguna menyuarakan kekhawatiran mengenai penggunaan data pribadi dan berharap ada transparansi lebih dari pihak Tokopedia dalam hal ini.

➤ **Bukalapak**

Pengguna Bukalapak, khususnya yang berasal dari kalangan pelaku UMKM, menyatakan bahwa keberadaan chatbot dan sistem rekomendasi promosi sangat membantu mereka menjalankan usaha. Interaksi langsung dengan chatbot mempercepat penyelesaian masalah dan membantu pencarian produk. Namun, dari sisi kedalaman personalisasi, Bukalapak dianggap belum sekompleks Tokopedia. Meskipun demikian, kepercayaan terhadap sistem meningkat karena Bukalapak menyediakan fitur keamanan tambahan, seperti deteksi penipuan, yang membuat pengguna merasa lebih aman saat bertransaksi.

Hasil temuan ini mendukung teori bahwa pemanfaatan AI dalam e-commerce dapat meningkatkan engagement dan loyalitas pelanggan melalui personalisasi layanan (Linoff & Berry, 2011; Zhang et al., 2022). Tokopedia dengan sistem rekomendasinya yang adaptif

menunjukkan model personalisasi berbasis content filtering dan collaborative filtering, sementara Bukalapak lebih menekankan pada rule-based personalization untuk kebutuhan pelanggan skala kecil. Perbedaan strategi ini juga mencerminkan target pasar masing-masing: Tokopedia menyasar konsumen ritel yang berorientasi pada pengalaman pengguna, sedangkan Bukalapak lebih menekankan pada pengguna bisnis kecil dan mikro. Dengan demikian, pemilihan pendekatan personalisasi harus disesuaikan dengan segmentasi dan kebutuhan pengguna platform.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi artificial intelligence (AI) dalam personalisasi pengalaman belanja telah menjadi strategi penting bagi platform e-commerce di Indonesia. Tokopedia dan Bukalapak, sebagai dua pemain besar dalam industri ini, menerapkan pendekatan yang berbeda sesuai dengan karakteristik dan fokus pasar masing-masing. Tokopedia lebih menekankan pada sistem rekomendasi berbasis perilaku pengguna dan fitur pencarian pintar, sementara Bukalapak mengoptimalkan efisiensi layanan melalui chatbot dan deteksi penipuan. Kedua platform berhasil meningkatkan kepuasan dan keterlibatan pengguna melalui strategi personalisasi yang adaptif. Hasil ini menunjukkan bahwa personalisasi berbasis AI tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna, tetapi juga memperkuat daya saing perusahaan di tengah persaingan pasar digital yang semakin ketat. Penelitian ini merekomendasikan perlunya transparansi dalam penggunaan data dan pengembangan sistem AI yang lebih inklusif serta responsif terhadap kebutuhan lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Ma Chung, khususnya Program Studi Manajemen, yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, Ibu Santi Widyaningrum dan Bapak Hartomy Akbar, atas bimbingan dan masukan yang sangat berarti. Penulis juga berterima kasih kepada para responden yang telah meluangkan waktu untuk berpartisipasi dalam wawancara, serta kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitria, L., & Rahmawati, E. (2020). Pengaruh rekomendasi produk berbasis AI terhadap loyalitas pelanggan pada e-commerce Indonesia. *Jurnal Riset Ekonomi dan Bisnis*, 13(1), 54–63.
- Gursoy, D., Chi, C. G., Lu, L., & Nunkoo, R. (2019). Consumers acceptance of artificially intelligent (AI) device use in service delivery. *International Journal of Information Management*, 49, 157–169. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.008>
- Hidayat, A., & Sari, K. (2021). Efektivitas chatbot dalam meningkatkan layanan e-commerce: Studi kasus Bukalapak. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(2), 179–188.
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, 24(1), 3–16. <https://doi.org/10.1177/1094670520902266>
- Kumar, V., Dixit, A., Javalgi, R. G., & Dass, M. (2022). Enhancing customer experience using AI: Evidence from e-commerce. *Journal of Business Research*, 139, 1041–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.10.047>
- Linoff, G. S., & Berry, M. J. A. (2011). *Data mining techniques: For marketing, sales, and customer relationship management* (3rd ed.). Wiley.
- Nasution, D. A., & Ramadhan, M. H. (2022). Studi perbandingan implementasi AI pada layanan konsumen Tokopedia dan Shopee. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(1), 12–20.
- Pratama, A. P., & Wibowo, D. P. (2021). Analisis penerapan artificial intelligence untuk personalisasi produk di platform e-commerce. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 23(2), 115–124.
- Saraswati, D. E., & Yulianto, E. (2020). Personalisasi pengalaman pelanggan berbasis data mining pada marketplace lokal. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 10(1), 37–46.
- Sun, Y., Liu, Y., Zhang, J., & Wang, Y. (2021). Enhancing consumer trust in AI-powered product recommendations. *Electronic Commerce Research and Applications*, 46, 101034. <https://doi.org/10.1016/j.eierap.2020.101034>
- Zhang, J., Wang, C., Xu, Y., & Liu, Y. (2022). Personalized recommendation systems in e-commerce: A review and future directions. *Computers in Human Behavior Reports*, 6, 100185. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100185>



© 2025 by authors. Content on this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).