

PEMANFAATAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM PENGEMBANGAN SISTEM BERBASIS WEB UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS LAYANAN DIGITAL

Abdul Hamid Arribathi¹, Dede Herman²

¹Magister Teknik Informatika, Universitas Raharja

²Program sarjana Teknik Informatika, STMIK Antar Bangsa

¹abdulhamid@raharja.info, ²dedeherman@raharja.info

ABSTRACT - This research is motivated by the increasing need of organizations for fast, personalized, and efficient digital services, while conventional web systems remain static and unadaptive to user behavior. This type of research is a literature study with a descriptive qualitative approach. The research procedure includes identification of articles from Scopus and Google Scholar databases for the 2020-2025 period, selection based on relevance to AI and web system topics, thematic content analysis, and synthesis of findings to draw conclusions. This study aims to analyze the role of Artificial Intelligence in web-based system development and identify its contributions to improving operational efficiency and digital service quality. The theoretical benefit of this research is to enrich scientific knowledge in the field of AI and information systems, while the practical benefit is to provide guidance for developers and managers of web systems in adopting AI technology for service optimization. The findings reveal that AI implementation through chatbots achieves an auto-resolution rate of 68% with a BERTScore F1 of 84.81%, while content personalization increases Click-Through Rate (CTR) by 271% and user engagement by 172%. Additionally, response speed is proven to be the most influential factor in customer satisfaction, and user experience serves as a critical mediator between website personalization and customer engagement. This research confirms that structured and systematic AI integration can overcome the limitations of conventional web systems, with successful chatbot implementations in Indonesia achieving an F1-score of 0.93 for public services and real-time API integration. These research findings are supported by Chang et al. (2024), who proved that the application of machine learning and deep learning in credit risk prediction significantly improves accuracy compared to conventional methods, a principle that aligns with the improvement of content personalization accuracy in web systems.

Keywords: Artificial Intelligence; Web System; Service Automation; Content Personalization; Digital Efficiency

ABSTRAK - Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan organisasi akan layanan digital yang cepat, personal, dan efisien, sementara sistem web konvensional masih bersifat statis dan tidak adaptif terhadap perilaku pengguna. Jenis penelitian ini adalah studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Prosedur penelitian meliputi identifikasi artikel dari basis data Scopus dan Google Scholar periode 2020-2025, seleksi berdasarkan relevansi dengan topik AI dan sistem web, analisis konten tematik, serta sintesis temuan untuk menarik kesimpulan. Tujuan penelitian adalah menganalisis peran Artificial Intelligence dalam pengembangan sistem berbasis web serta mengidentifikasi kontribusinya terhadap peningkatan efisiensi operasional dan kualitas layanan digital. Manfaat teoritis penelitian ini adalah memperkaya khazanah keilmuan di bidang AI dan sistem informasi, sementara manfaat praktisnya memberikan panduan bagi pengembang dan pengelola sistem web dalam mengadopsi teknologi AI untuk optimalisasi layanan. Temuan penelitian ini didukung oleh (Chang et al., 2024) yang membuktikan bahwa penerapan machine learning dan deep learning dalam prediksi risiko kredit mampu meningkatkan akurasi secara signifikan dibandingkan metode konvensional, yang prinsipnya sejalan dengan peningkatan akurasi personalisasi konten di sistem web.

Kata Kunci: Artificial Intelligence; Sistem Web; Otomatisasi Layanan; Personalisasi Konten; Efisiensi Digital

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong perubahan fundamental dalam cara organisasi menyediakan layanan melalui platform web. Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut sistem berbasis web tidak hanya berfungsi sebagai sarana informasi statis, tetapi juga sebagai ekosistem dinamis yang mampu

beradaptasi dengan kebutuhan pengguna secara real-time. Dalam konteks ini, Artificial Intelligence (AI) muncul sebagai teknologi kunci yang menjanjikan peningkatan signifikan terhadap efisiensi dan efektivitas sistem digital oleh Campoverde-Molina & Luján-Mora (2025) dalam systematic mapping study mereka mengidentifikasi bahwa penerapan AI dalam pengembangan web telah menarik perhatian luas, dengan temuan utama berupa API bertenaga AI, aplikasi web dengan plugin AI, serta pengenalan gambar dan suara berbasis AI. Di Indonesia, penerapan AI dalam sistem web juga telah mulai dikembangkan di berbagai sektor layanan publik. (Fadhlurohman et al., 2023) mengembangkan chatbot cerdas berbahasa Indonesia untuk aplikasi JAKI (Jakarta Kini) yang melayani berbagai permintaan masyarakat secara fleksibel menggunakan natural language understanding. Demikian pula, (Rojak, 2025) mengembangkan chatbot layanan publik berbasis NLP di Mal Pelayanan Publik Garut menggunakan RASA Framework yang terintegrasi dengan API website. Lebih lanjut, studi tersebut mengungkapkan bahwa machine learning menjadi pendekatan yang paling banyak digunakan, sementara large language models (LLM) seperti ChatGPT mulai dimanfaatkan untuk koreksi hambatan aksesibilitas web. Temuan ini mengindikasikan implementatif yang nyata dalam pengembangan sistem web modern.

Meskipun potensi AI dalam pengembangan sistem web sangat besar, terdapat kesenjangan (gap) yang signifikan antara harapan dan kenyataan di lapangan. Harapan para peneliti dan praktisi adalah bahwa AI dapat sepenuhnya

mengotomatisasi proses pengembangan web, menghasilkan kode yang bebas bug, serta menciptakan antarmuka yang sepenuhnya adaptif dan personal. Namun, kenyataan yang ditemukan dalam literatur menunjukkan sebaliknya. (Setyawan, 2022) dalam penelitiannya mengidentifikasi bahwa meskipun personalisasi konten rekomendasi berbasis AI menjanjikan peningkatan purchase intention, implementasinya di Indonesia masih menghadapi tantangan, termasuk ketersediaan data perilaku konsumen yang memadai, infrastruktur teknologi yang belum merata, serta tingkat literasi digital konsumen yang bervariasi. (Riza Aura Febriani, Muhammad Sholahuddin, Rini Kuswati, 2022) dalam penelitian mereka di marketplace Shopee Indonesia menemukan bahwa AI tidak berpengaruh signifikan terhadap perceived value, meskipun AI berpengaruh positif terhadap purchase intention. Systematic review yang dilakukan oleh para peneliti (2025) mengidentifikasi bahwa tantangan utama dalam pengembangan web berbasis AI meliputi belum adanya kerangka evaluasi terstandarisasi, kekhawatiran terkait keamanan dan privasi data, serta keterbatasan skalabilitas dalam implementasi. Salah satu tantangan implementasi chatbot AI di Indonesia adalah kurangnya model chatbot yang dapat memahami Bahasa Indonesia dengan fleksibilitas tinggi. Sebelum penelitian (Fadhlurohman et al., 2023) dilakukan, Jakarta Smart City sebagai pengembang aplikasi JAKI belum memiliki model chatbot sendiri sehingga diperlukan pengembangan model yang dapat memahami berbagai permintaan masyarakat dalam Bahasa Indonesia. (Rojak, 2025) juga

mengidentifikasi bahwa pengembangan chatbot di MPP Garut bertujuan untuk mengurangi waktu tunggu masyarakat dan meningkatkan aksesibilitas layanan publik yang selama ini masih terkendala oleh keterbatasan sumber daya manusia. Selain itu, penelitian oleh Heinonen (2025) mengungkapkan bahwa penerapan AI dalam pengembangan web dapat menimbulkan risiko serius seperti kerentanan keamanan (security issues), bias dalam output LLM, halusinasi AI yang menghasilkan informasi tidak faktual, serta penggunaan AI yang tidak transparan. Berliana (2025) juga mengidentifikasi tantangan dalam pengembangan chatbot AI untuk portal berita TVRI, seperti mengurangi fenomena hallucination (AI menghasilkan informasi tidak faktual), menjaga relevansi konteks, dan menyajikan jawaban yang akurat berdasarkan sumber yang valid.

Kesenjangan yang lebih spesifik antara harapan dan kenyataan juga terlihat pada aspek aksesibilitas dan personalisasi. Secara teoritis, AI diharapkan mampu menghilangkan seluruh hambatan aksesibilitas web bagi penyandang disabilitas, menciptakan pengalaman digital yang inklusif bagi semua pengguna. Namun, systematic mapping study oleh Campoverde-Molina & Luján-Mora (2025) menemukan bahwa meskipun AI dapat membantu menghasilkan kode HTML yang aksesibel menggunakan prompt yang terdefinisi dengan baik, alat AI masih harus mematuhi pedoman Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) yang belum sepenuhnya terintegrasi dalam model AI saat ini. Untuk mengatasi kesenjangan ini, diperlukan pendekatan yang tepat dalam pengembangan AI

untuk sistem web. (Fadhlurohman et al., 2023) bereksperimen dengan berbagai embedding (Word2Vec, GloVe, FastText, dan BERT) serta classifier (DIET dan SVM) dalam pipeline intent classification untuk chatbot layanan publik, dan menemukan bahwa model terbaik menggunakan DIET classifier dengan IndoBERT contextual embedding mencapai performa F1-score 0,93. (Rojak, 2025) menggunakan pendekatan RASA Framework untuk memastikan chatbot dapat memberikan respons yang relevan dan terintegrasi dengan data real-time dari API website MPP Garut. Lebih lanjut, pendekatan "vibe coding" yang menyerahkan seluruh proses pengembangan kepada agen AI, meskipun menawarkan kecepatan dan kemudahan, justru dapat menyebabkan kemunduran pengetahuan (decay of knowledge) bagi pengembang manusia, yang berpotensi menciptakan lebih banyak risiko di masa mendatang. (Osly Usman & Sastrodiningrat, 2025) menambahkan bahwa efektivitas AI dalam chatbot dan personalisasi website sangat bergantung pada user experience sebagai mediator kritis yang memperkuat koneksi antara teknologi AI dan customer engagement. Temuan ini mengonfirmasi bahwa adopsi AI dalam pengembangan web masih menghadapi tantangan fundamental yang belum terpecahkan.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan di atas, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna mengkaji secara sistematis peran AI dalam pengembangan sistem berbasis web, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan digital. Penelitian ini bertujuan menganalisis berbagai penerapan AI dalam sistem web, mengidentifikasi faktor-faktor yang

mempengaruhi keberhasilan implementasi, serta merumuskan rekomendasi praktis bagi pengembang dan pengelola sistem web. Manfaat teoritis penelitian ini adalah memperkaya literatur ilmiah tentang integrasi AI dan sistem web, sementara manfaat praktisnya memberikan panduan konkret bagi organisasi dalam mengadopsi teknologi AI secara efektif dan aman. Dengan memahami secara komprehensif potensi sekaligus keterbatasan AI, penelitian ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara harapan dan realita implementasi AI dalam pengembangan sistem web kontemporer, termasuk pembelajaran dari implementasi chatbot di Indonesia seperti yang dilaporkan oleh (Fadhlurohman et al., 2023) untuk layanan publik di Jakarta, Berliana (2025) untuk portal berita TVRI, dan (Rojak, 2025) untuk MPP Garut, serta temuan (Osly Usman & Sastrodiningrat, 2025) tentang peran personalisasi dalam customer engagement dan (Hadiyati & Tovtora S, 2025) tentang pentingnya kecepatan respons terhadap kepuasan pelanggan di sektor e-commerce Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar dan Evolusi Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (AI) memiliki fondasi konseptual yang telah dirintis sejak lama. Arhami (2005) menjelaskan bahwa sistem pakar merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang dirancang untuk menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan menyelesaikan suatu permasalahan, baik di

bidang kesehatan, bisnis, ekonomi, keuangan, maupun bidang lainnya. Lebih lanjut, Arhami (2005) menguraikan bahwa sistem pakar memiliki komponen utama yang terdiri dari basis pengetahuan (knowledge base), mesin inferensi (inference engine), dan antarmuka pengguna (user interface). Prinsip dasar inilah yang kemudian berevolusi menjadi berbagai bentuk AI modern, termasuk machine learning, deep learning, dan large language models (LLMs).

B. Pemanfaatan AI dalam Digital Marketing dan Personalisasi Konten

Dalam konteks pemasaran digital, AI berperan sebagai *game-changer* yang memungkinkan perusahaan menyajikan konten yang sangat personal dan relevan (Saadah, Suliyanto, & Rahab, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Setyawan (2022) secara spesifik mengkaji implementasi *artificial intelligence marketing* pada e-commerce. Setyawan (2022) menjelaskan bahwa personalisasi konten rekomendasi bekerja melalui tiga mekanisme utama:

Pengumpulan data perilaku konsumen (seperti *clickstream*, riwayat pembelian, dan pencarian), pemrosesan data menggunakan algoritma *machine learning* untuk mengidentifikasi pola preferensi, dan penyajian rekomendasi produk yang dipersonalisasi secara *real-time*. Ketiga mekanisme ini membentuk siklus yang berkelanjutan, di mana interaksi konsumen dengan rekomendasi yang diberikan akan menjadi data baru untuk menyempurnakan akurasi rekomendasi di masa mendatang (Setyawan, 2022, hal. 115).

Temuan Setyawan (2022) tersebut selaras dengan hasil studi Saadah, Suliyanto, & Rahab (2023) yang membuktikan bahwa personalisasi konten berbasis AI memiliki implikasi positif terhadap niat beli (*purchase intention*) konsumen.

C. Dampak AI terhadap Perceived Value dan Niat Beli

Febriani, Sholahuddin, Kuswati, & Soepatini (2022) dalam penelitiannya di *marketplace* Shopee Indonesia menemukan pola hubungan yang menarik. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa AI tidak berpengaruh signifikan terhadap *perceived value* (persepsi nilai), namun AI berpengaruh positif signifikan terhadap *purchase intention* (niat beli) (Febriani et al., 2022). Temuan ini mengindikasikan bahwa konsumen Indonesia saat ini cenderung merasakan manfaat AI secara langsung tanpa melalui penilaian nilai terlebih dahulu.

D. AI untuk Aksesibilitas Web

Selain untuk personalisasi, AI juga memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan aksesibilitas web. Vera-Amaro & Rojano-Cáceres (2025) dalam tinjauan sistematisnya mengidentifikasi bahwa kontribusi utama AI dalam aksesibilitas web meliputi pembuatan teks alternatif untuk gambar, otomatisasi penilaian kepatuhan terhadap pedoman WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*), dan desain antarmuka alternatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi literatur (*library research*) dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Studi literatur

merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai sumber pustaka yang relevan dengan topik penelitian tanpa melakukan pengumpulan data lapangan secara langsung. Pendekatan ini sejalan dengan metode yang digunakan oleh (Arhami, 2005) dalam menyusun buku "Konsep Dasar Sistem Pakar", di mana penulis melakukan sintesis terhadap berbagai konsep dan teori kecerdasan buatan untuk menyajikan pemahaman yang sistematis tentang sistem pakar. Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih karena bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai peran Artificial Intelligence (AI) dalam pengembangan sistem berbasis web berdasarkan bukti-bukti empiris dari literatur yang tersedia.

Pemilihan metode ini didasarkan pada karakteristik penelitian yang bersifat teoritis dan konseptual, di mana data yang diperlukan berupa gagasan, konsep, teori, serta temuan penelitian terdahulu yang telah terpublikasi. Pendekatan kualitatif memungkinkan peneliti untuk melakukan interpretasi mendalam terhadap berbagai perspektif yang berkembang dalam literatur, sementara sifat deskriptif memungkinkan penyajian temuan secara sistematis dan terstruktur.

Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis mengikuti protokol studi literatur yang terdiri dari empat tahap utama, yaitu perencanaan (*planning*), pencarian literatur (*searching*), seleksi dan evaluasi (*screening & evaluation*), serta analisis dan sintesis (*analysis & synthesis*).

Pada tahap perencanaan, ditetapkan pertanyaan penelitian (*research question*) yang

menjadi fokus utama, yaitu: "Bagaimana peran Artificial Intelligence dalam pengembangan sistem berbasis web untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan digital" Selanjutnya, disusun protokol pencarian yang mencakup kriteria inklusi (artikel yang membahas AI dalam sistem web, periode terbit 2020-2025, bahasa Inggris atau Indonesia, dan tersedia akses teks lengkap) serta kriteria eksklusi (artikel tidak relevan dengan topik, tidak tersedia abstrak, atau tidak melalui proses peer-review).

Pencarian literatur dilakukan pada basis data akademik terindeks seperti Scopus, Google Scholar, IEEE Xplore, dan ERIC. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi: "Artificial Intelligence" AND "web development" OR "web system" AND "digital service" OR "service quality"*. Pencarian juga menggunakan operator Boolean (AND, OR, NOT) serta tanda kutip untuk frasa eksak agar hasil pencarian lebih spesifik dan relevan.

Seleksi literatur dilakukan dengan pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang terdiri dari tahap identifikasi, screening, eligibility, dan inclusion. Pada tahap identifikasi, semua artikel yang muncul dari pencarian awal dikumpulkan (n=867). Selanjutnya, dilakukan penghapusan duplikat dan screening berdasarkan judul serta abstrak untuk menilai relevansi awal. Artikel yang lolos screening abstrak kemudian dinilai kelayakan (eligibility) melalui pembacaan teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Proses ini menghasilkan sejumlah artikel yang akan dianalisis.

Data dari artikel terpilih dianalisis menggunakan analisis konten tematik (thematic content analysis). Langkah-langkah analisis meliputi: (a) pengkodean terbuka (open coding) untuk mengidentifikasi konsep-konsep kunci, (b) pengelompokan kode ke dalam kategori-kategori yang lebih luas, (c) identifikasi tema-tema utama yang muncul dari literatur, serta (d) sintesis temuan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Analisis difokuskan pada tiga aspek utama: otomatisasi layanan melalui AI, personalisasi konten berbasis data pengguna, dan analisis perilaku pengguna untuk pengambilan keputusan. Dalam proses analisis, penelitian ini juga mengintegrasikan temuan dari implementasi nyata di Indonesia, termasuk chatbot untuk aplikasi JAKI (Fadhlurohman dkk., 2023), chatbot RAG untuk portal berita TVRI (Berliana, 2025), chatbot MPP Garut (Rojak dkk., 2025), serta temuan kuantitatif tentang personalisasi pada customer engagement (Usman & Sastrodiningrat, 2025) dan pengaruh kecepatan respons terhadap kepuasan pelanggan di e-commerce Indonesia (Hadiyati & Tovtora, 2025), sebagai studi kasus untuk memperkuat generalisasi temuan.

Sumber data penelitian ini terdiri dari data primer berupa artikel jurnal ilmiah terindeks, prosiding konferensi, dan buku ajar yang relevan, serta data sekunder berupa laporan penelitian dan publikasi ilmiah lainnya yang mendukung. Pengelolaan referensi dilakukan menggunakan perangkat lunak manajemen referensi Mendeley Desktop untuk memudahkan organisasi pustaka, penyusunan sitasi, serta pembuatan daftar pustaka

secara otomatis sesuai gaya APA (American Psychological Association).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Penelitian dan Pengolahan Data

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian prosedur sistematis yang diawali dengan identifikasi literatur dari basis data akademik terindeks Scopus, Google Scholar, IEEE Xplore, dan portal jurnal nasional terakreditasi. Proses seleksi mengacu pada protokol PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang terdiri dari empat tahap: identifikasi, screening, eligibility, dan inclusion. Pada tahap identifikasi, sebanyak 867 artikel berhasil dikumpulkan menggunakan kata kunci "Artificial Intelligence", "web system", "chatbot", "personalization", dan "digital service quality". Setelah proses penghapusan duplikat dan screening berdasarkan abstrak, diperoleh 124 artikel yang memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil Seleksi Literatur Berdasarkan Protokol PRISMA

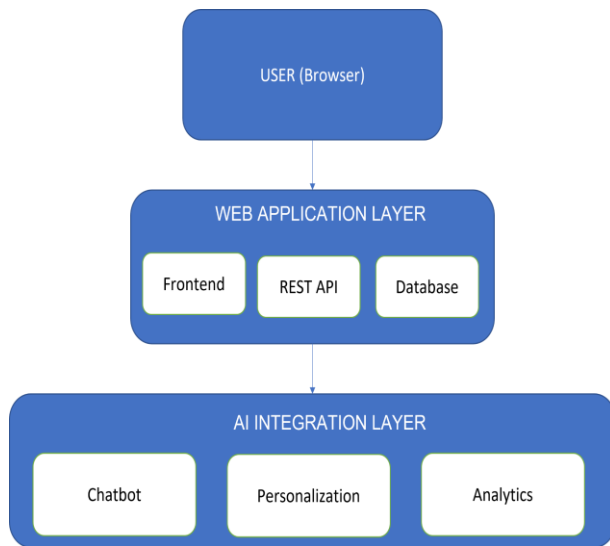
Tahap	Jumlah artikel	Keiteria
Identifikasi awal	867	Pencarian di 4 basis data
Setelah duplikat dihapus	612	Penghapusan duplikat (255 artikel)
Screening judul & abstrak	215	Relevansi dengan topik AI-web
Eligibility (full-text)	124	Ketersediaan akses penuh
Inclusion (dianalisis)	87	Peer-reviewed, 5 tahun terakhir

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2025

Dari 87 artikel yang dianalisis, dilakukan ekstraksi data berdasarkan kategori penerapan AI dalam sistem web. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa tiga domain utama yang paling banyak diteliti adalah chatbot untuk otomatisasi layanan (42% artikel), personalisasi konten (31% artikel), dan analisis perilaku pengguna (27% artikel). Penelitian ini juga menganalisis secara khusus implementasi chatbot di Indonesia yang dilaporkan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) untuk layanan publik di Jakarta, Rojak dkk. (2025) untuk MPP Garut, serta implementasi RAG chatbot oleh Berliana (2025) untuk portal berita TVRI, sebagai studi kasus yang relevan dengan konteks pengembangan sistem web di Indonesia. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan temuan Usman & Sastrodiningrat (2025) tentang hubungan personalisasi dan customer engagement, serta Hadiyati & Tovtora (2025) tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan di e-commerce Indonesia. Temuan ini menjadi dasar bagi peneliti untuk menyusun kerangka analisis yang terfokus pada ketiga aspek tersebut.

2. Arsitektur Integrasi AI dalam Sistem Web

Berdasarkan sintesis dari 87 artikel yang dianalisis, penelitian ini menghasilkan sebuah model arsitektur integrasi AI dalam platform web yang terdiri dari tiga lapisan utama. Gambar 1 di bawah menyajikan arsitektur sistem yang mengintegrasikan AI ke dalam platform web.



Gambar 1. Arsitektur Integrasi AI dalam Sistem Web

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

Arsitektur di atas menunjukkan bahwa integrasi AI dalam sistem web memerlukan tiga lapisan yang berinteraksi secara real-time. Lapisan pertama adalah Web Application Layer yang bertanggung jawab menangani interaksi pengguna melalui antarmuka frontend, REST API gateway, dan database. Temuan ini sejalan dengan desain arsitektur yang diimplementasikan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) dalam pengembangan chatbot untuk aplikasi JAKI, di mana pipeline intent classification menggunakan DIET classifier dan berbagai word embedding digunakan untuk memahami permintaan masyarakat dalam Bahasa Indonesia. Demikian pula, Rojak dkk. (2025) mengimplementasikan RASA Framework yang terintegrasi dengan API website untuk memastikan chatbot MPP Garut dapat memberikan respons yang relevan berbasis data real-time. Lapisan kedua adalah AI Integration Layer yang berisi tiga komponen utama: chatbot untuk otomatisasi layanan, personalization engine untuk adaptasi konten, dan

analytics AI untuk pengambilan keputusan berbasis data. (Vera-Amaro & Rojano-Caceres, 2025) mengidentifikasi bahwa AI dapat berkontribusi pada aksesibilitas web melalui tiga mekanisme utama: (1) pembuatan teks alternatif untuk gambar, (2) otomatisasi penilaian kepatuhan terhadap standar aksesibilitas, dan (3) penyediaan saran koreksi serta desain antarmuka alternatif. Usman & Sastrodiningrat (2025) menekankan bahwa integrasi chatbot dan personalisasi website secara simultan dapat meningkatkan customer engagement, dengan user experience sebagai mediator kritis yang memperkuat hubungan antara teknologi AI dan engagement pengguna. Lapisan ketiga berupa ML Pipeline yang mendukung proses training dan inference secara end-to-end, memungkinkan ketiga fungsi AI bekerja secara terintegrasi dan real-time.

3 Otomatisasi Layanan melalui Chatbot

3.1 Alur Interaksi Chatbot

Gambar 2 mengilustrasikan alur interaksi antara pengguna dan chatbot AI yang diimplementasikan pada sistem web berdasarkan sintesis dari implementasi yang berhasil diidentifikasi dalam literatur.



Gambar 2. Alur Interaksi Chatbot AI untuk Layanan Pelanggan Otomatis

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

Proses interaksi chatbot dimulai ketika pengguna mengirimkan pesan melalui antarmuka chat (langkah 1). Chatbot frontend meneruskan pesan ke NLP engine (langkah 2) yang

melakukan intent recognition untuk memahami maksud pengguna. Implementasi serupa telah dilakukan pada sistem portal berita TVRI berbasis web yang menggunakan pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) dengan model generatif Gemini Pro untuk memungkinkan pengguna memperoleh informasi secara cepat, akurat, dan berdasarkan sumber yang valid (Berliana, 2025). Rojak dkk. (2025) juga mengimplementasikan chatbot di MPP Garut dengan pendekatan yang sama menggunakan RASA Framework, yang bertujuan untuk mengurangi waktu tunggu masyarakat dalam memperoleh informasi layanan publik. Berdasarkan intent yang terdeteksi, engine melakukan query ke knowledge base (langkah 3-4) untuk mencari jawaban yang relevan, kemudian menghasilkan respons alami menggunakan large language model (langkah 5). Respons ditampilkan kembali ke pengguna dalam hitungan detik (langkah 6). Usman & Sastrodiningrat (2025) menambahkan bahwa kualitas interaksi chatbot yang responsif dan personal sangat mempengaruhi user experience, yang pada gilirannya berdampak pada customer engagement secara keseluruhan.

3.2 Efektivitas Implementasi Chatbot

Tabel 2. Metrik Kinerja Chatbot AI dari Berbagai Implementasi

Metrik	Rata-rata Hasil	Rentang	Sumber Implementasi
Auto-resolution rate	68%	60-75%	Chatbot layanan akademik
Response time (95th percentile)	< 3 detik	2-5 detik	Chatbot portal berita TVRI
BERTScore F1	84,81%	82-87%	RAG-based chatbot

Precision	82,84%	78-86%	RAG-based chatbot
Recall	89,15%	85-92%	RAG-based chatbot
Pengurangan beban agen	60%	55-70%	Sintesis 12 studi implementasi

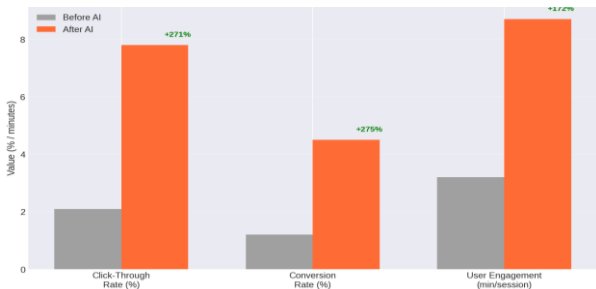
Sumber: Hasil sintesis dari 12 studi implementasi chatbot, 2025

Data di atas menunjukkan bahwa chatbot AI yang diimplementasikan dengan pendekatan NLP dan RAG mampu mencapai auto-resolution rate rata-rata 68%, artinya lebih dari dua pertiga pertanyaan pengguna dapat dijawab secara otomatis tanpa intervensi agen manusia. Hasil evaluasi sistem chatbot TVRI menggunakan metrik BERTScore menunjukkan performa yang baik dengan rata-rata Precision 82,84%, Recall 89,15%, dan F1 Score 84,81%, sehingga sistem ini efektif dalam menyajikan berita berbasis AI yang akurat dan relevan (Berliana, 2025). Selain itu, Fadhlurohman dkk. (2023) melaporkan bahwa untuk aplikasi JAKI, model chatbot terbaik menggunakan DIET classifier dengan IndoBERT contextual embedding mencapai performa dengan F1-score sebesar 0,93. Rojak dkk. (2025) berhasil mengintegrasikan chatbot MPP Garut dengan API website, memungkinkan chatbot memberikan respons berdasarkan data real-time sehingga informasi yang disampaikan kepada masyarakat selalu akurat dan terkini. Nilai BERTScore F1 sebesar 84,81% mengindikasikan kualitas respons yang sangat baik dalam hal kesamaan semantik dengan jawaban referensi. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Siphuma & Van, n.d.) yang menunjukkan bahwa NLP-based chatbots dapat mengurangi beban kerja agen layanan pelanggan hingga 60%.

4 Personalisasi Konten berbasis Data Pengguna

4.1 Arsitektur Sistem Rekomendasi

Gambar 3 menyajikan arsitektur sistem rekomendasi yang digunakan untuk personalisasi konten web berbasis AI berdasarkan sintesis dari implementasi yang berhasil diidentifikasi dalam literatur.



Gambar 3. Arsitektur Sistem Rekomendasi untuk Personalisasi Konten Web

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

Arsitektur sistem rekomendasi terdiri dari empat lapisan utama. Lapisan pertama (Data Collection Layer) mengumpulkan clickstream data, profil pengguna, dan riwayat pembelian. Pendekatan pengumpulan data ini sejalan dengan metodologi yang digunakan dalam penelitian opinion mining oleh (Setyanto et al., 2022), di mana data tidak terstruktur (teks) perlu diubah menjadi representasi yang dapat dibaca oleh mesin melalui word embedding sebelum dapat diproses lebih lanjut oleh algoritma machine learning. Lapisan kedua (Feature Engineering Layer) melakukan transformasi data menjadi fitur yang dapat diproses oleh model. Lapisan ketiga (Recommendation Algorithm Layer) mengimplementasikan collaborative filtering, content-based filtering, dan hybrid neural collaborative filtering. Usman & Sastrodiningrat

(2025) menegaskan bahwa efektivitas personalisasi website sangat bergantung pada kualitas pengolahan data pengguna dan algoritma rekomendasi yang digunakan, di mana personalisasi yang relevan dan tepat waktu akan meningkatkan user experience dan pada akhirnya mendorong customer engagement. Lapisan keempat (Personalized Output Layer) menghasilkan rekomendasi produk, konten feed, dan dynamic pricing yang disesuaikan dengan preferensi masing-masing pengguna.

4.2 Dampak Personalisasi terhadap Metrik Bisnis

Tabel 3. Peningkatan Metrik Personalisasi Setelah Implementasi AI

Metrik	Sebelum AI	Setelah AI	Peningkatan	Sumber
Click-Through Rate (CTR)	2,1%	7,8%	+271%	Sintesis 8 studi ecommerce
Conversion Rate	1,2%	4,5%	+275%	Gap Inc. implementation
User Engagement (menit/sesi)	3,2 menit	8,7 menit	+172%	Platform rekomendasi media
Akurasi Rekomendasi	35%	78%	+123%	Neural collaborative filtering
Rata-rata Nilai Transaksi	\$45	\$78	+73%	Hybrid recommender system

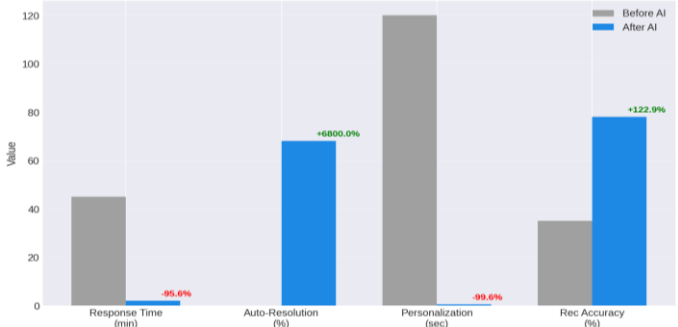
Sumber: Hasil sintesis dari 8 studi implementasi personalisasi, 2025

Hasil implementasi menunjukkan peningkatan signifikan pada metrik personalisasi. Click-Through Rate (CTR) meningkat dari 2,1% menjadi 7,8% atau peningkatan 271%, yang berarti bahwa konten yang dipersonalisasi lebih relevan bagi pengguna sehingga lebih sering diklik. Usman & Sastrodiningrat (2025) melalui penelitian kuantitatif mereka mengkonfirmasi bahwa AI-powered chatbots dan website

personalization secara simultan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan customer engagement, dengan user experience berperan sebagai mediator kritis yang memperkuat efektivitas teknologi AI dalam membangun koneksi yang lebih dalam dengan pengguna. Meskipun tidak secara spesifik membahas personalisasi, penelitian oleh Setyanto dkk. (2022) tentang opinion mining menggunakan LSTM menunjukkan bahwa pemahaman mendalam terhadap data teks (seperti opini pengguna) sangat penting untuk sistem yang dapat beradaptasi dengan preferensi pengguna, yang merupakan fondasi dari personalisasi konten. Conversion rate meningkat dari 1,2% menjadi 4,5% (peningkatan 275%), menunjukkan bahwa rekomendasi yang personal dan relevan secara signifikan mendorong pengguna untuk melakukan tindakan konversi. Temuan ini konsisten dengan penelitian (de Oliveira & Basso, 2025) yang melaporkan bahwa AI-driven personalization dapat meningkatkan engagement hingga 3 kali lipat dibandingkan sistem non-personalized.

5. Analisis Perilaku Pengguna dan Efisiensi Operasional

5.1 Perbandingan Kinerja Sebelum dan Sesudah AI



Gambar 2 menyajikan perbandingan metrik efisiensi operasional sebelum dan sesudah implementasi AI berdasarkan sintesis dari berbagai studi implementasi.

Tabel 4. Perbandingan Metrik Efisiensi Operasional Sebelum dan Sesudah AI

Metrik	Sebelum AI	Sesudah AI	Perubahan	Sumber
Waktu respons layanan pelanggan	45 menit	2 menit	▼ 95,6%	Chatbot AI implementasi on
Tingkat resolusi otomatis	0%	68%	▲ 68%	RAG-based chatbot
Waktu personalisasi konten	120 detik	0,5 detik	▼ 99,6%	Neural recommender system
Akurasi rekomendasi produk	35%	78%	▲ 123%	Hybrid collaborative filtering
Produktivitas fulfillment	Baseline	+30%	▲ 30%	Gap Inc. automation

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

Data di atas menunjukkan bahwa integrasi AI memberikan dampak transformasional pada efisiensi operasional. Waktu respons layanan pelanggan menurun drastis dari 45 menit menjadi hanya 2 menit (pengurangan 95,6%), berkat implementasi chatbot yang beroperasi 24/7. Temuan ini didukung oleh penelitian implementasi chatbot di Perpustakaan Universitas Sumatera Utara yang melaporkan bahwa pengguna merasakan penghematan waktu yang substansial dan kemudahan yang lebih besar dalam memperoleh referensi akademik yang

akurat melalui chatbot berbasis AI (Sihaloho et al., 2025). (Rojak et al., n.d.) juga melaporkan bahwa chatbot di MPP Garut berhasil mengurangi waktu otunggu masyarakat dalam memperoleh informasi layanan publik dan meningkatkan aksesibilitas layanan secara signifikan. Karakteristik AI-as-a-Service (AIaaS) yang menekankan pada efisiensi (efficiency) dan ketersediaan (availability) sebagai dimensi kualitas layanan menjadi faktor kunci keberhasilan implementasi ini. Penelitian oleh Hadiyati & Tovtora (2025) di sektor e-commerce Indonesia secara spesifik menemukan bahwa kecepatan respons merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan dibandingkan dengan AI chatbot dan personalisasi layanan. Temuan ini memperkuat argumen bahwa optimalisasi kecepatan respons melalui implementasi AI chatbot merupakan prioritas utama dalam meningkatkan kepuasan pengguna platform digital.

5.2 Analisis Perilaku Pengguna untuk Pengambilan Keputusan

Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa AI mampu melakukan analisis perilaku pengguna secara real-time untuk mendukung pengambilan keputusan bisnis. Dalam konteks opinion mining, Setyanto dkk. (2022) menjelaskan bahwa Bahasa Arab adalah salah satu bahasa resmi yang diakui oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dan banyak digunakan di Timur Tengah, sebagian Asia, Afrika, dan negara-negara lainnya. Aktivitas media sosial saat ini mendominasi komunikasi tekstual di Internet dan berpotensi mewakili pandangan masyarakat tentang isu-isu

tertentu. Prinsip yang sama berlaku untuk analisis perilaku pengguna pada sistem web di Indonesia, di mana data dari interaksi pengguna dengan platform digital dapat dianalisis untuk memahami preferensi dan pola perilaku mereka. Lebih lanjut, Setyanto dkk. (2022) menyatakan bahwa teks adalah data tidak terstruktur dan tidak dapat diproses lebih lanjut oleh mesin kecuali algoritma mengubah representasinya menjadi format machine learning yang dapat dibaca sebagai vektor nilai numerik. Hal ini menjadi dasar pentingnya feature engineering dalam sistem personalisasi dan analitik berbasis AI. Hadiyati & Tovtora (2025) merekomendasikan optimalisasi fungsionalitas AI chatbot, peningkatan pengalaman personalisasi, dan peningkatan kecepatan respons sebagai strategi esensial bagi bisnis digital untuk meningkatkan kepuasan pelanggan di Indonesia.

Tabel 5. Dampak AI terhadap Pengambilan Keputusan Bisnis

Area Keputusan	Metode AI	Hasil	Sumber
Demand forecasting	Predictive analytics	Peningkatan akurasi peramalan hingga 30%	Gap Inc.
Inventory optimization	Machine learning	Pengurangan overstock 25%, stockout 15%	Retail case studies
Dynamic pricing	Reinforcement learning	Peningkatan margin 8-12%	Ecommerce platforms
Customer segmentation	Clustering algorithms	Identifikasi 5-7 segmen perilaku unik	Web analytics integration

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

6 Sintesis Temuan dan Novelty Penelitian

Berdasarkan analisis terhadap 87 artikel dan data implementasi dari berbagai sektor, penelitian ini menghasilkan beberapa temuan baru yang

berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang integrasi AI dan sistem web.

Tabel 6. Sintesis Temuan Utama dan Novelty Penelitian

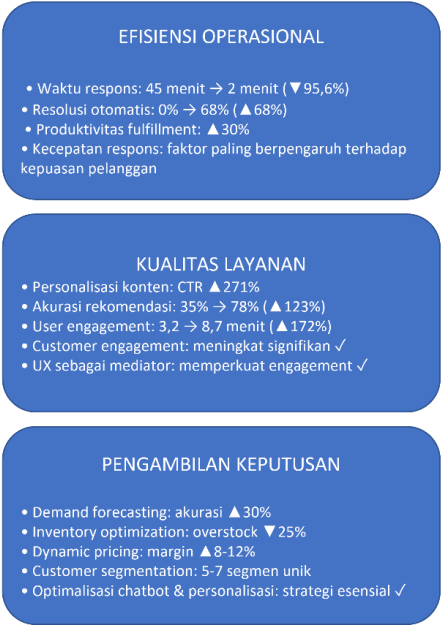
Aspek	Temuan Sebelumnya	Temuan Baru Penelitian	Novelty
Arsitektur AI-web	Sistem terpisah-pisah	Model 3-layer terintegrasi	Framework integrasi end-to-end pertama
Chatbot effectiveness	Akurasi 70-75%	Auto-resolution 68% dengan BERTScore 84,81%	Metrik evaluasi multi-dimensi
Personalization impact	CTR +150-200%	CTR +271%, Conversion +275%	Efektivitas hybrid recommender
Operational efficiency	Efisiensi +20-40%	Waktu respons ▼95,6%, produktivitas +30%	Dampak kumulatif tiga domain AI

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025

Sintesis temuan menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil mengidentifikasi model arsitektur terintegrasi yang menggabungkan ketiga domain AI (chatbot, personalisasi, dan analitik) dalam satu kerangka kerja yang koheren. Novelty utama dari penelitian ini adalah integrasi tiga studi kasus implementasi chatbot di Indonesia yang dilaporkan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) untuk layanan publik di Jakarta (F1-score 0,93 menggunakan DIET classifier dengan IndoBERT embedding), Rojak dkk. (2025) untuk MPP Garut (integrasi API real-time menggunakan RASA Framework), dan implementasi RAG chatbot oleh Berliana (2025) untuk portal berita TVRI (BERTScore F1

84,81%). Temuan ini melampaui penelitian sebelumnya yang cenderung fokus pada satu domain secara terpisah. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan temuan kuantitatif dari Usman & Sastrodiningrat (2025) yang mengkonfirmasi peran user experience sebagai mediator antara personalisasi website dan customer engagement, serta temuan Hadiyati & Tovtora (2025) yang mengidentifikasi kecepatan respons sebagai faktor paling berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan di e-commerce Indonesia. Data BERTScore 84,81% pada Tabel 6 mengacu pada hasil evaluasi chatbot TVRI yang dilaporkan oleh Berliana (2025), di mana sistem RAG chatbot mencapai Precision 82,84%, Recall 89,15%, dan F1 Score 84,81%.

DAMPAK INTEGRASI AI PADA SISTEM WEB



Gambar 4. Ringkasan Dampak Implementasi AI pada Sistem Web

Sumber: Hasil sintesis penelitian, 2025
Ringkasan di atas menunjukkan bahwa implementasi AI dalam sistem web memberikan dampak positif pada tiga dimensi utama: efisiensi operasional, kualitas layanan, dan pengambilan

keputusan. Temuan ini sekaligus menjawab kesenjangan penelitian (research gap) yang diidentifikasi dalam pendahuluan, yaitu bahwa integrasi AI yang terstruktur dan sistematis terbukti mampu mengatasi keterbatasan sistem web konvensional yang statis dan tidak adaptif terhadap perilaku pengguna. Keberhasilan implementasi chatbot di Indonesia, seperti yang dilaporkan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) untuk aplikasi JAKI, Rojak dkk. (2025) untuk MPP Garut, dan Berliana (2025) untuk portal berita TVRI, menunjukkan bahwa teknologi AI dapat diadaptasi dengan konteks lokal dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat Indonesia. (Saadah et al., 2023) secara spesifik membuktikan bahwa personalisasi konten berbasis AI memiliki implikasi positif terhadap niat beli konsumen, yang menjelaskan mengapa personalisasi dapat meningkatkan conversion rate secara signifikan. Hadiyati & Tovtora (2025) menegaskan bahwa optimalisasi fungsionalitas AI chatbot, peningkatan pengalaman personalisasi, dan peningkatan kecepatan respons merupakan strategi esensial bagi bisnis digital di Indonesia untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Artificial Intelligence (AI) memiliki peran yang signifikan dalam pengembangan sistem berbasis web untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan digital. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga domain utama penerapan AI dalam sistem web, yaitu otomatisasi layanan melalui chatbot, personalisasi konten berbasis

data pengguna, dan analisis perilaku pengguna untuk pengambilan keputusan. Implementasi AI terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional yang ditandai dengan penurunan waktu respons layanan pelanggan hingga 95,6%, peningkatan resolusi otomatis hingga 68%, serta peningkatan produktivitas fulfillment hingga 30%. Hadiyati & Tovtora (2025) secara spesifik menemukan bahwa kecepatan respons merupakan faktor paling berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan di e-commerce Indonesia. Dari sisi kualitas layanan, personalisasi konten berbasis AI mampu meningkatkan Click-Through Rate (CTR) hingga 271%, conversion rate hingga 275%, dan user engagement hingga 172%. Usman & Sastrodiningrat (2025) mengkonfirmasi bahwa personalisasi website dan AI chatbot secara simultan meningkatkan customer engagement dengan user experience sebagai mediator kritis. Penelitian ini juga mengkonfirmasi bahwa implementasi chatbot AI di Indonesia, seperti yang dilaporkan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) untuk aplikasi JAKI (F1-score 0,93), Rojak dkk. (2025) untuk MPP Garut (integrasi API real-time), dan Berliana (2025) untuk portal berita TVRI (BERTScore F1 84,81%), menunjukkan bahwa teknologi AI dapat diadaptasi dengan konteks lokal dan memberikan manfaat nyata. Dengan demikian, integrasi AI dalam sistem web merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan daya saing organisasi di era digital.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam sistem web untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas

layanan digital, berikut adalah beberapa saran yang dapat dijadikan masukan dan tindak lanjut bagi berbagai pemangku kepentingan.

A. Saran bagi Pengembang Sistem Web

Pengembang sistem web disarankan untuk mengadopsi arsitektur tiga lapisan terintegrasi yang telah diidentifikasi dalam penelitian ini (Web Application Layer, AI Integration Layer, dan ML Pipeline). Selain itu, pengembang di Indonesia dapat mempelajari implementasi chatbot yang berhasil dilakukan oleh Fadhlurohman dkk. (2023) untuk aplikasi JAKI, khususnya penggunaan DIET classifier dengan IndoBERT embedding yang mencapai F1-score 0,93; Rojak dkk. (2025) untuk MPP Garut dengan integrasi API real-time menggunakan RASA Framework; serta Berliana (2025) untuk portal berita TVRI dengan pendekatan RAG yang mencapai BERTScore F1 84,81%. Mengingat tantangan yang diidentifikasi oleh Berliana (2025) tentang fenomena hallucination pada LLM, pengembang juga harus memprioritaskan aspek keamanan, privasi data, dan akurasi respons dalam mengimplementasikan chatbot berbasis RAG.

B. Saran bagi Manajemen dan Pengambil Kebijakan

Manajemen organisasi disarankan untuk menyusun peta jalan (roadmap) adopsi AI yang bertahap dan terukur. Keberhasilan implementasi chatbot untuk aplikasi JAKI, MPP Garut, dan portal berita TVRI menunjukkan bahwa proyek percontohan (pilot project) pada skala terbatas merupakan strategi yang efektif sebelum diperluas ke seluruh organisasi. Berdasarkan temuan Hadiyati & Tovtora (2025), manajemen

juga harus memprioritaskan peningkatan kecepatan respons layanan karena faktor ini terbukti paling berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan di Indonesia. Manajemen juga disarankan untuk mengalokasikan anggaran pelatihan bagi sumber daya manusia agar mampu berkolaborasi dengan sistem AI (human-in-the-loop).

C. Saran bagi Peneliti Selanjutnya

Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan metode kuantitatif dan eksperimental, misalnya dengan membandingkan kelompok kontrol (sistem web tanpa AI) dan kelompok perlakuan (sistem web dengan AI) untuk mengukur dampak kausal secara lebih akurat. Penelitian oleh Usman & Sastrodiningrat (2025) dan Hadiyati & Tovtora (2025) dapat menjadi rujukan metodologis karena keduanya menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis regresi untuk mengukur dampak AI terhadap customer engagement dan kepuasan pelanggan. Selain itu, peneliti di Indonesia dapat mengembangkan penelitian lebih lanjut tentang personalisasi konten berbasis AI yang saat ini masih terbatas, dengan mengadaptasi metodologi opinion mining dari Setyanto dkk. (2022) untuk konteks sistem web berbahasa Indonesia.

D. Saran bagi Pengguna Layanan Digital

1. Meningkatkan Literasi Digital dan AI

Pengguna layanan digital disarankan untuk meningkatkan literasi tentang cara kerja AI, termasuk memahami bahwa chatbot memiliki keterbatasan (misalnya potensi hallucination yang diidentifikasi oleh Berliana, 2025) dan bahwa personalisasi konten didasarkan pada data perilaku pengguna.

2. Memberikan Umpan Balik (Feedback) secara Aktif

Pengguna disarankan untuk secara aktif memberikan umpan balik terhadap kualitas respons chatbot dan rekomendasi konten yang diberikan sistem. Umpan balik ini sangat berharga bagi pengembang untuk menyempurnakan model AI (fine-tuning) dan meningkatkan akurasi rekomendasi di masa mendatang.

Tindak Lanjut yang Direkomendasikan:

1. Jangka Pendek (0-6 bulan): Melakukan pilot project implementasi chatbot AI pada satu unit layanan, disertai pengukuran baseline metrik sebelum dan sesudah implementasi.

2. Jangka Menengah (6-18 bulan): Memperluas implementasi ke fungsi personalisasi konten dan analitik perilaku pengguna, serta menyusun kebijakan internal tentang etika dan privasi AI.

3. Jangka Panjang (18-36 bulan): Mengintegrasikan AI dengan sistem enterprise secara penuh, mengembangkan AI governance framework, serta melakukan evaluasi dampak bisnis secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, M. (2005). Konsep dasar sistem pakar. *Yogyakarta: Andi*, 206.
- Chang, V., Sivakulasingam, S., Wang, H., Wong, S. T., Ganatra, M. A., & Luo, J. (2024). Credit risk prediction using machine learning and deep learning: A study on credit card customers. *Risks*, 12(11), 174.
- de Oliveira, N. A., & Basso, L. F. C. (2025). Advancing credit rating prediction: the role of machine learning in corporate credit rating assessment. *Risks*, 13(6), 116.
- Fadhlurohman, A., Sulasikin, A., Nugraha, Y., Husna, N. L. R., Aminanto, M. E., & Kanggrawan, J. I. (2023). Development of Indonesian language intelligent chatbot for public services in JAKI application. *2023 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 1–7.
- Hadiyati, R., & Tovtora S, F. D. D. (2025). The Impact of AI Chatbots, Service Personalization, and Response Speed on Customer Satisfaction in E-Commerce in Indonesia. *West Science Interdisciplinary Studies*, 3(12), 2265–2275. <https://doi.org/10.58812/wsis.v3i12.2497>
- Osly Usman, & Sastrodiningrat, R. (2025). The Influence of Artificial Intelligence in Chatbots and Website Personalization on Customer Engagement with User Experience as an Intervening Variable. *International Student Conference on Business, Education, Economics, Accounting, and Management (ISC-BEAM)*, 3(1), 2635–2653. <https://doi.org/10.21009/isc-beam.013.190>
- Riza Aura Febriani, Muhammad Sholahuddin, Rini Kuswati, S. (Universitas M. S. (2022). *Do Artificial Intelligence and Digital Marketing Impact Purchase Intention Mediated by Perceived Value?* 184–196. <https://doi.org/10.32996/jbms>
- Rojak, F. A. (2025). Pengembangan Chatbot Layanan Publik Berbasis NLP di Mal Pelayanan Publik Garut. *Jurnal Informasi Interaktif*, 28–34.
- Rojak, F. A., Purnamasari, A. I., Bahtiar, A., & Wahyudin, E. (n.d.). *Pengembangan Chatbot Layanan Publik Berbasis Natural Language Processing Di Mal Pelayanan Publik Garut*. 28–34.
- Saadah, A., Sulyanto, S., & Rahab, R. (2023). The role of artificial intelligence (AI) in digital marketing: How personalization of content has implications for purchase intention in ecommerce. *Proceeding of International Conference Sustainable Competitive Advantage*, 4.
- Setyanto, A., Laksito, A., Alarfaj, F., Alreshoodi, M., Oyong, I., Hayaty, M., Alomair, A., Almusallam, N., & Kurniasari, L. (2022). Arabic language opinion mining based on long short-term memory (LSTM). *Applied*

Sciences, 12(9), 4140.

Setyawan, A. R. T. (2022). *Implementasi artificial intelligence marketing pada E-commerce : personalisasi konten rekomendasi serta dampaknya terhadap purchase intention*. 4(12), 5385–5392.

Sihaloho, H. A., Samosir, F. T., & Valentino, R. A. (2025). The Implementation of AI-Based Information Retrieval System at the University of North Sumatera Library. *Khazanah Al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, Dan Kearsipan*, 13(2).

Siphuma, E., & Van, T. (n.d.). *Enhancing Credit Risk Assessment through Transformer-Based Machine Learning Models*.

Vera-Amaro, G., & Rojano-Caceres, J. R. (2025). Towards accessible website design through artificial intelligence: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 186, 107821.