

HelloUMKM: PLATFORM TEKNOPRENEUR BERBASIS CLOUD DAN LINE BOT UNTUK UMKM

Sufa Atin^{1*}, Eddy Soeryanto Soegoto², Tri Utomo Wiganarto³

^{1,2,3}Doctoral of Information System, Universitas Komputer Indonesia, Bandung, Indonesia
E-mail: sufaatin.75725005@mahasiswa.unikom.ac.id^{1*}, eddysoeryantos@email.unikom.ac.id², tri.utomo@tuw.co.id³

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima : 23/04/2026

Direvisi : 14/05/2026

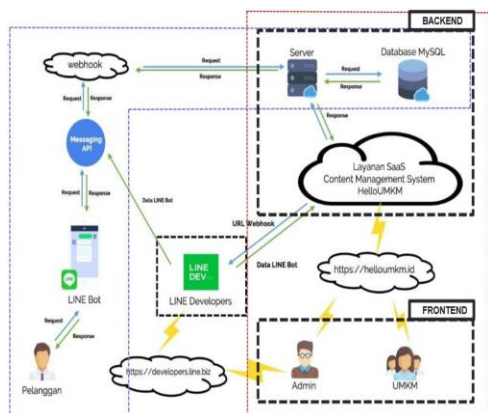
Diterbitkan : 07/06/2026

*Corresponding author

sufaatin@email.unikom.ac.id

DOI: 10.70247/jumistik.v5i1.285

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

Digital entrepreneurship development requires MSMEs to adopt information technology to enhance competitiveness. However, most MSMEs in Bandung City still face challenges in managing promotional websites and maintaining responsive customer service. This study aims to develop HelloUMKM as a technopreneur platform integrating Cloud Computing SaaS model and LINE Bot to facilitate product promotion and transactions. The research employs a descriptive qualitative approach with a prototype development model. Testing was conducted through alpha testing (Blackbox and accuracy testing using Jaro-Winkler Distance and Forward Chaining algorithms for LINE Bot) and beta testing involving 26 MSME owners. Results indicate 100% system functionality with an 86% LINE Bot accuracy rate. Survey responses show 85.38% strongly agree the application supports online promotion, 82.31% agree LINE Bot effectively handles customer communication, and 74.62% find the interface user-friendly. The integration of multi-tenant SaaS and intelligent chatbot provides a practical solution for MSMEs, fostering an independent, responsive, and digitally oriented technopreneur ecosystem.

Keywords: Cloud Computing, LINE Bot, SaaS, Technopreneur, MSMEs

ABSTRAK

Perkembangan kewirausahaan digital menuntut UMKM untuk beradaptasi dengan teknologi informasi guna meningkatkan daya saing. Namun, sebagian besar UMKM di Kota Bandung masih menghadapi kendala dalam pengelolaan website promosi dan responsivitas layanan pelanggan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan HelloUMKM sebagai platform teknopreneur yang mengintegrasikan teknologi Cloud Computing model SaaS dan LINE Bot untuk memfasilitasi promosi serta transaksi produk. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan model pengembangan prototipe. Pengujian dilakukan melalui uji alpha (Blackbox dan akurasi algoritma Jaro-Winkler Distance serta Forward Chaining pada LINE Bot) dan uji beta kepada 26 pelaku UMKM. Hasil pengujian menunjukkan fungsionalitas sistem mencapai 100% dengan akurasi LINE Bot sebesar 86%. Secara responsif, 85,38% responden sangat setuju aplikasi mendukung promosi online, 82,31% setuju LINE Bot efektif dalam komunikasi pelanggan, dan 74,62% menilai antarmuka mudah digunakan. Integrasi SaaS multi-tenant dan chatbot cerdas ini terbukti memberikan solusi praktis bagi UMKM dalam membangun ekosistem teknopreneur yang mandiri, responsif, dan berorientasi pada digitalisasi usaha.

Kata kunci: Cloud Computing, LINE Bot, SaaS, Teknopreneur, UMKM

© 2026 Penerbit STMIK Amika Soppeng. All rights reserved

PENDAHULUAN

Perkembangan era digital dan percepatan transformasi teknologi informasi telah mengubah paradigma operasional bisnis secara fundamental, termasuk pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang selama ini menjadi tulang punggung perekonomian nasional. Dalam konteks ekonomi kreatif yang semakin kompetitif, kemampuan adaptasi terhadap teknologi digital bukan lagi sekadar pelengkap, melainkan kebutuhan strategis untuk mempertahankan daya saing [1]. Fenomena ini melahirkan konsep teknopreneur, yaitu integrasi antara jiwa kewirausahaan dengan pemanfaatan teknologi informasi untuk menciptakan model bisnis yang inovatif, efisien, dan berkelanjutan [2]. Bagi pelaku UMKM, transisi menuju ekosistem teknopreneur membuka peluang perluasan jangkauan pasar, efisiensi biaya operasional, serta peningkatan pengalaman pelanggan melalui otomatisasi layanan. Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku usaha mikro masih terkendala oleh literasi digital yang terbatas, keterbatasan anggaran, serta kurangnya akses terhadap infrastruktur teknologi yang terjangkau dan mudah diadopsi [3].

Kota Bandung sebagai salah satu pusat pertumbuhan ekonomi kreatif di Jawa Barat memiliki potensi UMKM yang sangat signifikan. Berdasarkan data resmi Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah Kota Bandung, tercatat sebanyak 6.038 unit usaha yang aktif beroperasi dan terbagi ke dalam enam sektor industri utama pada tahun 2018. Meskipun kontribusi sektoralnya besar, survei awal yang dilakukan terhadap 30 responden pelaku UMKM mengungkapkan adanya kesenjangan digital yang cukup mencolok. Kendala utama yang diidentifikasi adalah kesulitan dalam pengelolaan, pembuatan, dan pemeliharaan website sebagai media promosi produk secara daring. Mayoritas pelaku usaha tidak memiliki latar belakang teknis dalam pengembangan web, sehingga bergantung pada pihak ketiga dengan biaya yang relatif tinggi. Selain itu, keterbatasan sumber daya manusia dan waktu operasional menyebabkan layanan pelanggan menjadi kurang responsif. Wawancara dengan Kepala Seksi Fasilitasi Pembiayaan Usaha Mikro di Dinas Koperasi Kota Bandung memperkuat temuan ini, yang menyatakan bahwa hingga saat ini belum tersedia aplikasi terpadu yang secara khusus dirancang untuk menunjang kegiatan promosi dan layanan pelanggan UMKM di wilayah tersebut secara terintegrasi dan berkelanjutan.

Secara arsitektural, permasalahan tersebut dapat diselesaikan melalui penerapan teknologi cloud computing yang menawarkan skalabilitas, efisiensi infrastruktur, dan aksesibilitas lintas perangkat. Cloud computing merupakan evolusi layanan komputasi yang memanfaatkan jaringan internet sebagai pusat penyimpanan dan pemrosesan data secara virtual, sehingga pengguna tidak perlu mengelola server fisik secara mandiri [4]. Model layanan Software as a

Service (SaaS) menjadi pilihan paling relevan untuk ekosistem UMKM karena menyediakan aplikasi berbasis web yang dapat diakses secara simultan oleh banyak pengguna melalui antarmuka browser tanpa memerlukan instalasi lokal [5]. Dengan arsitektur shared application dan shared database, SaaS memungkinkan biaya pengembangan dan pemeliharaan terdistribusi secara adil, sehingga cocok untuk platform multi-tenant yang melayani ratusan pelaku usaha dalam satu infrastruktur terpusat [6]. Pendekatan ini secara langsung selaras dengan prinsip teknopreneur yang mengutamakan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan operasional digital [7].

Di sisi interaksi pelanggan, responsivitas komunikasi menjadi faktor penentu kepuasan dan loyalitas konsumen. LINE sebagai aplikasi pesan instan telah memiliki basis pengguna aktif lebih dari 90 juta di Indonesia, menjadikannya saluran pemasaran yang strategis dan familiar bagi masyarakat urban [8]. Fitur LINE Bot memungkinkan pengembangan agen percakapan otomatis yang dapat menangani permintaan katalog, informasi produk, hingga proses pemesanan secara real-time [9]. Integrasi chatbot dengan sistem manajemen produk berbasis awan menciptakan alur kerja yang terotomatisasi, di mana data inventaris, harga, dan status transaksi tersinkronisasi tanpa intervensi manual yang berlebihan [10]. Untuk memastikan akurasi respon, penerapan algoritma Jaro-Winkler Distance diperlukan guna mengatasi toleransi kesalahan ketik (*typo*) pada input pengguna, sedangkan algoritma Forward Chaining digunakan untuk memetakan logika alur percakapan secara determinatif berdasarkan aturan bisnis UMKM [11], [12]. Kombinasi kedua algoritma ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas interaksi mesin-pengguna yang mendekati percakapan alami, sehingga mengurangi beban operasional pelaku usaha.

Penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penerapan cloud computing untuk pembangunan e-katalog peserta UMKM di BALATKOP Jawa Barat, yang membuktikan bahwa layanan awan efektif mengatasi hambatan promosi produk [13]. Penelitian lain mengintegrasikan LINE Bot dengan web CMS untuk layanan pelanggan pada satu unit UKM tertentu [14]. Meskipun memberikan hasil positif, kedua penelitian tersebut memiliki keterbatasan struktural, yaitu belum menyediakan platform terpusat yang dapat menampung banyak UMKM sekaligus dalam satu ekosistem SaaS, serta belum mengoptimalkan mekanisme toleransi kesalahan bahasa dan alur logika percakapan yang terstandarisasi. Selain itu, belum ada solusi yang secara eksplisit dirancang sebagai wadah teknopreneur yang menghubungkan manajemen promosi berbasis awan dengan otomatisasi layanan pelanggan dalam satu antarmuka terpadu yang mudah diadopsi oleh pelaku usaha non-teknis.

Berdasarkan identifikasi permasalahan, urgensi transformasi digital UMKM, dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan HelloUMKM sebagai platform teknopreneur berbasis Cloud Computing

model SaaS dan LINE Bot yang dikembangkan untuk pelaku UMKM di Kota Bandung. Sistem ini dirancang untuk memfasilitasi pengelolaan katalog produk, otomatisasi interaksi pelanggan, dan kemudahan pelacakan transaksi dalam satu infrastruktur terintegrasi. Diharapkan, penerapan sistem ini dapat memberikan solusi alternatif yang praktis, terjangkau, dan berkelanjutan bagi UMKM dalam membangun kehadiran digital yang mandiri, sehingga mampu meningkatkan efektivitas promosi, mempercepat respons layanan pelanggan, dan memperkuat kapasitas kewirausahaan berbasis teknologi di era ekonomi digital.

TINJAUAN PUSTAKA

Transformasi digital pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) telah menjadi fokus utama dalam pengembangan ekonomi berbasis pengetahuan. Penerapan *cloud computing* model *Software as a Service* (SaaS) terbukti efektif dalam menurunkan biaya infrastruktur teknologi sekaligus menyediakan aksesibilitas lintas perangkat bagi pelaku usaha non-teknis [15]. Penelitian terkini menunjukkan bahwa arsitektur *multi-tenant* SaaS mampu mengakomodasi ratusan entitas bisnis dalam satu basis data terpusat tanpa mengorbankan keamanan dan skalabilitas sistem [16]. Dalam konteks UMKM, platform berbasis awan tidak hanya berfungsi sebagai repositori data, melainkan juga sebagai ekosistem digital yang mendukung otomatisasi manajemen produk, inventaris, dan pelaporan keuangan secara *real-time* [17]. Fleksibilitas model SaaS memungkinkan UMKM untuk berfokus pada strategi bisnis inti tanpa dibebani oleh kompleksitas pemeliharaan server, selaras dengan prinsip efisiensi operasional yang menjadi fondasi kewirausahaan modern [18].

Di sisi interaksi pelanggan, pengembangan chatbot berbasis platform pesan instan telah mengubah paradigma layanan konsumen dari pendekatan manual menjadi terotomatisasi. LINE Bot khususnya, memanfaatkan LINE Messaging API untuk menjembatani komunikasi bisnis-pelanggan dengan latensi rendah dan jangkauan masif, mengingat penetrasi aplikasi LINE di Indonesia yang terus meningkat [19]. Studi terbaru mengonfirmasi bahwa integrasi chatbot pada saluran komunikasi yang familiar dapat meningkatkan tingkat keterlibatan (*engagement*) pelanggan hingga 40% dibandingkan saluran konvensional [20]. Kemampuan chatbot dalam menangani kueri repetitif, menyajikan katalog produk, dan memfasilitasi alur pemesanan secara mandiri telah terbukti mengurangi beban operasional UMKM yang kerap terkendala keterbatasan sumber daya manusia [21]. Namun, efektivitas chatbot sangat bergantung pada mekanisme pemrosesan bahasa alami yang digunakan untuk menginterpretasi input pengguna secara akurat.

Untuk mengatasi variasi input teks yang tidak terstruktur, algoritma *Jaro-Winkler Distance* banyak diadopsi sebagai mekanisme pencocokan *fuzzy string*

matching yang toleran terhadap kesalahan ketik (*typographical errors*) [22]. Algoritma ini memberikan bobot lebih tinggi pada karakter yang sama di awal string, sehingga sangat relevan untuk konteks percakapan informal di platform pesan instan [23]. Sementara itu, algoritma *Forward Chaining* berfungsi sebagai mesin inferensi berbasis aturan (*rule-based reasoning*) yang memetakan alur dialog secara deterministik [24]. Penerapan *Forward Chaining* pada sistem chatbot UMKM memungkinkan pembuatan skenario interaksi yang terstruktur, mulai dari penyambutan, penawaran katalog, konfirmasi pesanan, hingga pascapelayanan [25]. Kombinasi kedua algoritma ini menciptakan sinergi antara fleksibilitas pengenalan pola teks dan kepastian logika alur bisnis, yang menjadi standar teknis dalam pengembangan agen percakapan berbasis aturan.

Konsep teknopreneur muncul sebagai respons terhadap kebutuhan integrasi teknologi dan jiwa kewirausahaan yang berkelanjutan. Dalam literatur terkini, teknopreneur didefinisikan sebagai kapabilitas pelaku usaha dalam memanfaatkan solusi teknologi digital untuk menciptakan nilai tambah, memperluas jangkauan pasar, dan membangun ketahanan bisnis menghadapi disrupsi [26]. Platform digital yang dirancang khusus untuk mendukung teknopreneur UMKM harus memenuhi tiga kriteria utama: kemudahan adopsi (*ease of adoption*), keterjangkauan biaya (*cost-effectiveness*), dan kemampuan integrasi antar-sistem (*interoperability*) [27]. Sayangnya, banyak solusi yang ada di pasaran masih bersifat terfragmentasi, terpisah antara sistem manajemen konten, saluran pemasaran, dan layanan pelanggan, sehingga menciptakan beban kognitif dan operasional yang tinggi bagi pelaku usaha mikro.

Berdasarkan tinjauan terhadap penelitian terdahulu, terdapat beberapa kesenjangan (*gap*) yang perlu diatasi. Pertama, sebagian besar studi terfokus pada penerapan *cloud computing* atau chatbot secara parsial pada satu entitas usaha, tanpa menyediakan arsitektur terpusat yang dapat menskalakan layanan ke banyak UMKM secara simultan. Kedua, implementasi LINE Bot pada UMKM cenderung masih mengandalkan fitur *auto-reply* statis atau integrasi API dasar tanpa dilengkapi mekanisme toleransi kesalahan ketik dan pemetaan alur percakapan yang adaptif terhadap konteks transaksi. Ketiga, belum banyak penelitian yang secara eksplisit merancang platform sebagai wadah teknopreneur yang mengintegrasikan manajemen promosi berbasis SaaS dengan otomatisasi layanan pelanggan dalam satu ekosistem terpadu. Akibatnya, pelaku UMKM sering kali harus mengelola beberapa aplikasi terpisah, yang justru mengurangi efisiensi dan menghambat proses digitalisasi yang berkelanjutan.

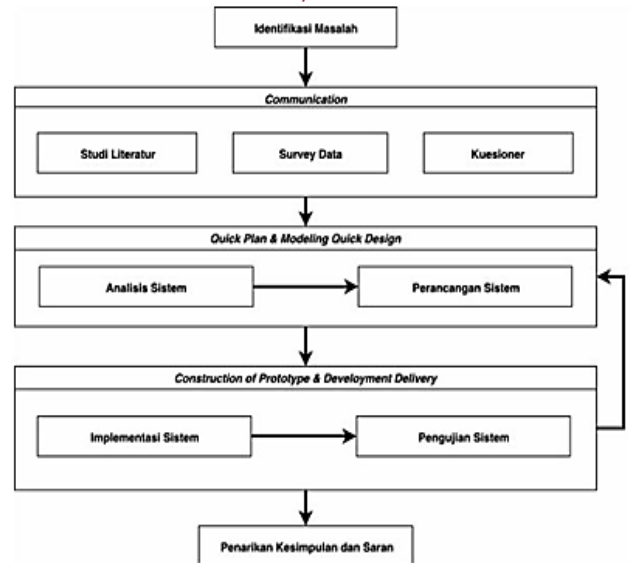
Sebagai kontribusi ilmiah dan praktis, penelitian ini menghadirkan *state of the art* berupa pengembangan HelloUMKM sebagai platform teknopreneur berbasis SaaS *multi-tenant* yang terintegrasi secara menyeluruh dengan LINE Bot cerdas. Kebaruan sistem terletak pada tiga aspek utama: (1) penerapan arsitektur awan dengan model *shared application* dan *shared database* yang

memungkinkan ratusan UMKM mengelola katalog dan transaksi dalam satu infrastruktur terpusat tanpa biaya server individual; (2) implementasi algoritma Jaro-Winkler Distance yang dikombinasikan dengan Forward Chaining pada LINE Bot untuk meningkatkan akurasi respons UMKM sekaligus memastikan alur interaksi pelanggan mengikuti logika bisnis UMKM secara ketat; dan (3) pendekatan holistik yang menempatkan teknologi bukan sekadar alat bantu, melainkan sebagai tulang punggung ekosistem teknopreneur yang memberdayakan pelaku usaha mikro untuk beroperasi secara mandiri, responsif, dan kompetitif di era ekonomi digital. Integrasi ini menjawab kebutuhan nyata akan solusi terjangkau yang tidak hanya mendigitalkan proses bisnis, tetapi juga membangun kapasitas kewirausahaan berbasis teknologi secara berkelanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mengadaptasi model prototipe [28] yang dimodifikasi sesuai konteks pengembangan HelloUMKM. Alur kerja penelitian terbagi menjadi empat fase utama, sebagaimana divisualisasikan pada kerangka kerja penelitian (Gambar 1). Pertama, Identifikasi Masalah, dilakukan melalui studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara awal dengan pemangku kepentingan untuk memvalidasi kesenjangan digital yang dihadapi UMKM di Kota Bandung. Kedua, Communication, berupa diskusi intensif dengan 30 responden pelaku UMKM dan perwakilan Dinas Koperasi untuk merumuskan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem. Ketiga, Quick Plan & Modelling Quick Design, mencakup perancangan arsitektur sistem cloud computing model SaaS, pemetaan alur interaksi LINE Bot, serta penyusunan Entity Relationship Diagram (ERD), Use Case Diagram, dan antarmuka pengguna berbasis shared application dan shared database. Keempat, Construction of Prototype & Development Delivery, yaitu tahap implementasi kode, integrasi LINE Messaging API dengan server awan, pengujian alpha, hingga penyerahan sistem kepada pengguna untuk uji beta. Seluruh tahapan dirancang agar setiap iterasi menghasilkan feedback loop yang mempercepat penyesuaian fitur sebelum rilis final.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Sumber : Hasil Olah Data

Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan identifikasi permasalahan yang dihadapi oleh UMKM di Kota Bandung. Berdasarkan data Dinas Koperasi Usaha Mikro Kecil dan Menengah Kota Bandung tahun 2018, tercatat sebanyak 6.038 unit UMKM yang terbagi ke dalam 6 bidang industri. Namun, observasi awal mengungkapkan bahwa mayoritas pelaku UMKM mengalami kesulitan dalam pengelolaan dan pembuatan website sebagai media promosi produk secara *online*. Selain itu, keterbatasan sumber daya manusia menyebabkan pelayanan terhadap pelanggan menjadi kurang responsif dan tidak efektif. Wawancara Kepala Seksi Fasilitas Pembiayaan Usaha Mikro dan Fasilitas UKM, memperkuat temuan bahwa belum tersedia aplikasi terpadu yang dapat menunjang kegiatan promosi produk UMKM di Kota Bandung secara berkelanjutan.

Communication

Tahap komunikasi dilakukan melalui tiga aktivitas utama untuk mengumpulkan informasi dan memvalidasi kebutuhan sistem:

- **Studi Literatur:** Peneliti mengkaji berbagai sumber akademik dan teknis terkait *cloud computing*, model layanan *Software as a Service (SaaS)*, arsitektur *multi-tenant*, *LINE Messaging API*, pengembangan *chatbot*, serta algoritma *Jaro-Winkler Distance* dan *Forward Chaining*. Kajian literatur ini menjadi landasan teoritis dalam merancang solusi teknologi yang tepat guna.
- **Survey Data:** Dilakukan observasi lapangan dan wawancara terhadap 30 responden pelaku UMKM untuk memetakan hambatan teknis, kebutuhan fungsional, dan ekspektasi terhadap sistem promosi *online*. Data yang dikumpulkan mencakup pola interaksi dengan pelanggan,

kendala pengelolaan website, dan preferensi saluran komunikasi digital.

- **Kuesioner:** Instrumen kuesioner disusun untuk tahap pengujian beta yang akan disebar kepada 26 UMKM pengguna sistem. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna, kemudahan penggunaan (*ease of use*), efektivitas promosi, dan responsivitas layanan pelanggan melalui *LINE Bot*.

Quick Plan & Modeling Quick Design

Tahap perencanaan cepat dan pemodelan desain mencakup dua aktivitas inti:

- **Analisa Sistem:** Peneliti melakukan analisis mendalam terhadap arsitektur sistem yang akan dibangun, meliputi: (1) analisis model layanan SaaS dengan tipe *shared application* dan *shared database* untuk mendukung ekosistem *multi-tenant*; (2) analisis visibilitas data untuk menghitung kebutuhan minimum penyimpanan server berdasarkan proyeksi data gambar produk dan bukti pembayaran; (3) analisis *LINE Bot* yang mencakup pemetaan kata kunci (*keyword*) berdasarkan pertanyaan yang sering diajukan pelanggan; (4) analisis algoritma *Jaro-Winkler Distance* untuk toleransi kesalahan ketik dengan contoh perhitungan tingkat kemiripan *string*; dan (5) analisis algoritma *Forward Chaining* dengan penyusunan 17 aturan (*rules*) alur interaksi *bot*.
- **Perancangan Sistem:** Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perancangan sistem yang meliputi: (1) pembuatan *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk memodelkan struktur basis data terpusat; (2) penyusunan skema relasi antar-entitas (UMKM, Produk, Pesanan, Pelanggan, *LINE Bot*); (3) perancangan *Use Case Diagram* yang mengidentifikasi empat aktor utama (Admin, UMKM, Pelanggan, *LINE Bot*) beserta hak akses dan fungsionalitas masing-masing; serta (4) desain antarmuka pengguna (*user interface*) untuk sub-sistem SaaS dan alur percakapan *LINE Bot*.

Construction of Prototype & Development Delivery

Tahap konstruksi prototipe dan penyerahan pengembangan terdiri dari:

- **Implementasi Sistem:** Sistem HelloUMKM dibangun dengan mengintegrasikan dua sub-sistem utama. Sub-sistem SaaS HelloUMKM diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *Content Management System* (CMS) berbasis web dengan fitur: halaman *login* dan registrasi akun UMKM, manajemen data UMKM oleh admin, integrasi *LINE Bot* melalui *LINE Messaging API*, manajemen katalog produk (tambah, edit, hapus), dan pembuatan website toko *online* otomatis untuk setiap UMKM. Sub-sistem *LINE Bot* diimplementasikan dengan fitur: menu utama interaktif, tampilan katalog produk dalam format *carousel*, alur pemesanan terotomatisasi (konfirmasi jumlah, nama, kontak,

alamat, metode pengiriman), nota pembayaran digital, dan riwayat pesanan.

- **Pengujian Sistem:** Dilakukan melalui dua tahap pengujian. *Alpha testing* menggunakan metode *blackbox testing* [29] untuk memvalidasi fungsionalitas sistem SaaS dan *LINE Bot*, serta pengujian akurasi algoritma dengan variasi pertanyaan berbeda. *Beta testing* [30] dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 26 UMKM untuk mengukur penerimaan pengguna terhadap sistem berdasarkan empat indikator: dukungan promosi *online*, kemudahan penggunaan, efektivitas *LINE Bot* dalam promosi, dan responsivitas layanan pelanggan.

Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian meliputi analisis komprehensif terhadap seluruh hasil pengujian untuk merumuskan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian. Kesimpulan difokuskan pada efektivitas integrasi teknologi cloud computing model SaaS dan *LINE Bot* dalam mendukung promosi dan transaksi produk UMKM. Berdasarkan temuan dan keterbatasan yang teridentifikasi, peneliti menyusun saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya, meliputi: penambahan fitur analitik data dan pelaporan keuangan, peningkatan antarmuka pengguna, perluasan kamus kata kunci *LINE Bot*, serta integrasi algoritma machine learning untuk pemrosesan bahasa alami yang lebih canggih.

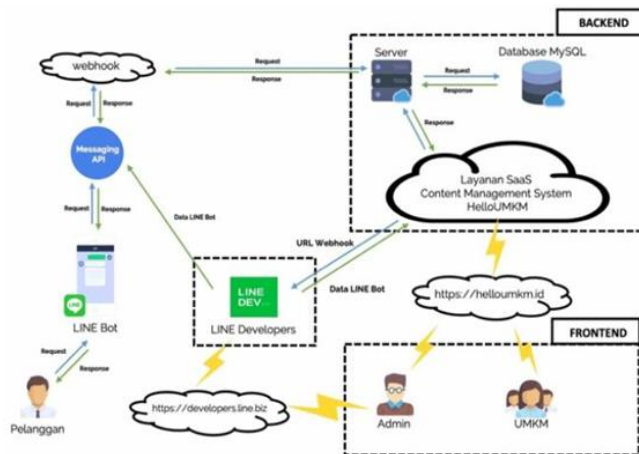
HASIL DAN PEMBAHASAN Arsitektur Sistem HelloUMKM

Sistem HelloUMKM dirancang sebagai platform teknopreneur berbasis Cloud Computing dengan model layanan Software as a Service (SaaS) yang terintegrasi dengan *LINE Bot* untuk memfasilitasi promosi dan transaksi produk UMKM di Kota Bandung. Arsitektur sistem terdiri dari dua sub-sistem utama yang saling terintegrasi: sub-sistem cloud computing dan sub-sistem *LINE Bot*.

Pada sisi cloud computing, arsitektur dibangun dengan pendekatan dua lapis: front-end dan back-end. Front-end merupakan antarmuka yang dapat diakses oleh UMKM dan Admin sebagai pengguna layanan SaaS melalui peramban web. Komponen ini mencakup aplikasi Content Management System (CMS) yang menyediakan fungsionalitas pengelolaan katalog produk, manajemen pesanan, dan integrasi *LINE Bot*. Sementara itu, back-end beroperasi pada cloud server yang meliputi Virtual Private Server (VPS), sistem penyimpanan data terpusat, dan program inti yang membentuk infrastruktur cloud computing.

Arsitektur *LINE Bot* menjelaskan mekanisme komunikasi otomatis antara sistem dengan pelanggan melalui platform *LINE*. Integrasi antara *LINE Bot* dan cloud computing memerlukan pertukaran data secara real-time melalui *LINE Messaging API*, di mana data produk, informasi UMKM, dan status transaksi yang tersimpan di cloud server dapat diakses dan

ditampilkan kepada pelanggan secara dinamis. Gambaran umum arsitektur sistem HelloUMKM divisualisasikan pada Gambar 2.



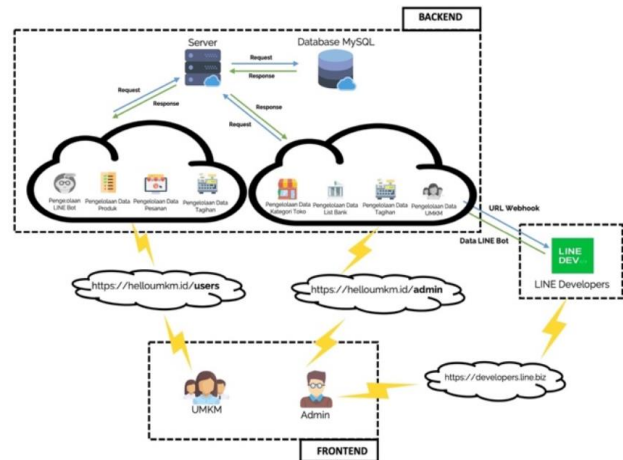
Gambar 2. Arsitektur Sistem HelloUMKM

Implementasi Model Software as a Service (SaaS)

Dalam penelitian ini, model layanan Cloud Computing yang diterapkan adalah Software as a Service (SaaS) dengan karakteristik Public Cloud, yang memungkinkan akses terbuka bagi seluruh UMKM di Kota Bandung. SaaS dibangun dengan tipe model shared application dan shared database, di mana seluruh pengguna mengakses aplikasi yang sama tanpa kemampuan kustomisasi individual, dan data disimpan dalam satu basis data terpusat yang tidak terpisah untuk setiap pengguna.

Pendekatan multi-tenant ini memberikan keunggulan signifikan dalam hal efisiensi biaya infrastruktur, kemudahan pemeliharaan, dan skalabilitas sistem. Setiap UMKM yang terdaftar memperoleh akun dengan hak akses terisolasi secara logis, meskipun secara fisik berbagi sumber daya yang sama. Model ini sangat sesuai dengan karakteristik UMKM yang memiliki keterbatasan anggaran teknologi namun membutuhkan solusi digital yang andal dan terjangkau.

Software as a Service dibangun dengan tipe model shared application and shared database. Dengan kata lain aplikasi yang diakses oleh pengguna merupakan aplikasi yang sama dimana pengguna tidak dapat melakukan kustomisasi pada aplikasi, begitu pun dengan database yang digunakan sebagai penyimpanan, data yang tersimpan berada pada satu penyimpanan yang sama dan tidak terpisah untuk setiap pengguna. Gambaran umum sub sistem Software as a Service dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain SaaS Sistem HelloUMKM

Analisis Visibilitas dan Kebutuhan Penyimpanan Data

Aplikasi HelloUMKM digunakan untuk menyimpan data – data yang dimasukkan oleh pengguna, baik itu UMKM ataupun Pelanggan. Data yang akan disimpan didalam server yaitu data gambar produk dan data bukti pembayaran pesanan.

Analisis visibilitas data dilakukan untuk menghitung kebutuhan minimum penyimpanan server berdasarkan proyeksi volume data yang akan dikelola sistem. Data yang disimpan mencakup gambar produk dan bukti pembayaran pesanan.

- 1) Data Gambar Produk, dengan asumsi 190 UMKM yang masing-masing memiliki rata-rata 10 produk, perhitungan kebutuhan penyimpanan minimum adalah:

$$\text{minStorage} = \frac{1024 \times 10 \times 190}{1024} = 1.900 \text{ MB} \quad (1)$$

- 2) Data Bukti Pembayaran, dengan asumsi 190 UMKM yang masing-masing melakukan rata-rata 100 transaksi, perhitungan kebutuhan penyimpanan minimum adalah:

$$\text{minStorage} = \frac{1024 \times 100 \times 190}{1024} = 19.000 \text{ MB} \quad (2)$$

Sehingga total kebutuhan penyimpanan minimum untuk mengakomodasi kedua jenis data tersebut adalah sekitar 20,9 GB. Perhitungan ini menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi Virtual Private Server (VPS) yang akan digunakan, dengan mempertimbangkan faktor pertambahan data dan redundansi untuk menjamin ketersediaan sistem.

Implementasi LINE Bot dengan Algoritma Jaro-Winkler Distance dan Forward Chaining

LINE Bot pada sistem HelloUMKM dirancang untuk menggantikan peran UMKM dalam berkomunikasi secara langsung dengan pelanggan, sehingga dapat mempercepat responsivitas layanan dan

meningkatkan efektivitas promosi produk. Respon yang diberikan oleh LINE Bot didasarkan pada kata kunci yang dikirimkan pelanggan, yang telah dipetakan berdasarkan pertanyaan yang sering diajukan kepada UMKM.

Tabel 1 menunjukkan enam kategori kata kunci utama yang dikembangkan pada LINE Bot, meliputi: informasi produk (Produk, Katalog, Barang, Ready), informasi toko (Profil, Alamat, Lokasi, Kontak), metode pembayaran (Bayar, Pembayaran, Bank, Transfer), riwayat pesanan (Riwayat, Histori, Pesanan, Pemesanan), bantuan penggunaan (Bantuan, Help, Tutorial), dan navigasi menu (Menu, Home, Cancel, Reset).

Tabel 1. Kata Kunci LINE Bot

Kata Kunci	Respon
Produk, Katalog, Barang, Ready	Untuk mendapatkan informasi daftar produk yang ada pada toko
Profil, Alamat, Lokasi, Kontak	Untuk mendapatkan informasi toko UMKM berupa kontak dan lokasi UMKM
Bayar, Pembayaran, Bank, Transfer, Metode	Untuk mendapatkan informasi cara pembayaran yang dapat dilakukan
Riwayat, Histori, Pesanan, Pemesanan	Untuk mendapatkan informasi riwayat pesanan apa saja yang telah terjadi
Bantuan, Help, Tutorial, Penggunaan, Pakai	Untuk mendapatkan informasi bantuan kata kunci yang ada pada LINE Bot
Menu, Home, Cancel, Reset	Untuk kembali ke menu utama LINE Bot
Tentang, About	Untuk menampilkan menu melihat profil pengembang sistem

Sumber: Olah data penelitian

Untuk mengatasi variasi input teks yang tidak terstruktur dan toleransi terhadap kesalahan ketik (typographical errors), LINE Bot mengimplementasikan algoritma Jaro-Winkler Distance sebagai mekanisme fuzzy string matching. Algoritma ini memberikan bobot lebih tinggi pada karakter yang sama di awal string, sehingga sangat relevan untuk konteks percakapan informal di platform pesan instan. Sebagai contoh implementasi, apabila pengguna mengirimkan teks "KATLOG" yang seharusnya "KATALOG", perhitungan Jaro-Winkler Distance dilakukan sebagai berikut:

Diketahui:

- $SI = \text{KATALOG}$ ($|SI| = 7$)
- $SJ = \text{KATLOG}$ ($|SJ| = 6$)
- m (jumlah karakter yang cocok) = 6
- t (transposisi) = 0

Maka Jaro Distance dihitung:

$$d_j = \frac{1}{3} \left(\frac{6}{7} + \frac{6}{6} + \frac{6-0}{6} \right) = 0,952 \quad (3)$$

Selanjutnya, dengan nilai prefix length $l = 3$, Jaro-Winkler Distance dihitung:

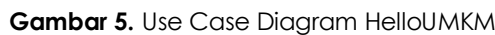
$$d_w = 0,952 + \frac{1}{10} \times 3 \times (1 - 0,952) = 0,966 \quad (4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh tingkat kemiripan string sebesar 0,966 atau 96%, yang melebihi ambang batas toleransi sehingga sistem dapat mengenali input tersebut sebagai kata kunci "KATALOG" dan memberikan respon yang sesuai.

Selain itu, algoritma Forward Chaining diterapkan untuk memetakan alur interaksi LINE Bot secara deterministik berdasarkan 17 aturan (rules) yang merepresentasikan skenario percakapan dari penyambutan hingga penyelesaian transaksi. Tabel 2 menunjukkan contoh beberapa aturan utama yang mengatur alur pemesanan produk.

Tabel 2. Aturan Algoritma Forward-Chaining

Aturan	Respon Aktivitas
1	JIKA pelanggan melakukan request event menu utama MAKA LINE Bot akan mengirimkan response event menu utama
2	JIKA pelanggan memilih katalog produk MAKA LINE Bot akan menampilkan response event carousel daftar produk
3	JIKA pelanggan melakukan pemesanan MAKA LINE Bot akan mengirimkan pertanyaan jumlah pesanan
4	JIKA pelanggan mengirimkan jumlah□pesanan MAKA LINE Bot akan□mengirimkan pertanyaan nama pemesan
5	JIKA pelanggan mengirimkan nama□pemesan MAKA LINE Bot akan□mengirimkan pertanyaan kontak yang□dapat dihubungi
6	JIKA pelanggan mengirimkan kontak□MAKA LINE Bot akan mengirimkan□pertanyaan alamat pemesan
7	JIKA pelanggan mengirimkan alamat□pemesan MAKA LINE Bot akan□bertanya metode pengiriman
8	JIKA pelanggan telah memilih metode□pengiriman MAKA LINE Bot akan□bertanya konfirmasi kelengkapan data
9	JIKA pelanggan mengkonfirmasi data□MAKA LINE Bot akan mengirimkan□nota pembayaran
10	JIKA pelanggan ingin mengubah data MAKA LINE Bot akan mengulang pada Rule 4
11	JIKA pelanggan ingin mengubah data MAKA LINE Bot akan mengulang pada Rule 4
12	JIKA pelanggan telah melakukan upload□bukti pembayaran MAKA LINE Bot□akan mengirimkan



Implementasi antarmuka sistem HelloUMKM terbagi menjadi dua sub-sistem yang saling terintegrasi. Pada sub-sistem SaaS HelloUMKM, dikembangkan serangkaian modul dengan antarmuka berbasis web yang responsif. Halaman login menyediakan autentikasi pengguna yang terdaftar, baik sebagai UMKM maupun administrator (Gambar 6).



Gambar 7. Manajemen Data Sistem HelloUMKM

Pada sub-sistem LINE Bot (Gambar 8), implementasi mencakup menu utama interaktif yang menampilkan pilihan navigasi, katalog produk dalam format carousel yang dapat di-scroll, alur pemesanan terotomatisasi yang memandu pelanggan melalui konfirmasi jumlah, nama, kontak, alamat, dan metode pengiriman. Nota pemesanan digital dikirimkan secara otomatis setelah konfirmasi data, dan modul riwayat pesanan memungkinkan pelanggan untuk melacak status pesanan mereka.



Pengujian alpha dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem sebelum diserahkan kepada pengguna akhir. Pada sub-sistem SaaS HelloUMKM, pengujian menggunakan metode blackbox testing yang menguji seluruh modul tanpa memperhatikan struktur kode internal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 100% fungsionalitas website HelloUMKM menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan, meliputi: registrasi akun, login,

manajemen data UMKM, integrasi LINE Bot, CRUD produk, dan pembuatan website toko online.

Pada sub-sistem LINE Bot, pengujian alpha dilakukan melalui dua pendekatan: blackbox testing untuk validasi fungsionalitas dan pengujian akurasi untuk mengukur ketepatan respons algoritma. Hasil blackbox testing menunjukkan 100% fungsionalitas LINE Bot berjalan sesuai spesifikasi. Pengujian akurasi dilakukan dengan menyajikan 50 variasi pertanyaan pelanggan yang mencakup seluruh kata kunci dan skenario percakapan. Dari 50 pertanyaan uji, diperoleh 43 jawaban yang sesuai dengan respons yang diharapkan, sehingga tingkat akurasi dihitung:

$$\text{Akurasi} = \frac{43}{50} \times 100\% = 86\% \quad (5)$$

Tingkat akurasi 86% ini menunjukkan bahwa kombinasi algoritma Jaro-Winkler Distance dan Forward Chaining mampu menangani sebagian besar variasi input pengguna, meskipun masih terdapat ruang untuk peningkatan melalui perluasan kamus kata kunci dan implementasi machine learning untuk pemrosesan bahasa alami yang lebih canggih.

Pengujian beta dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 26 UMKM yang menjadi target pengguna sistem HelloUMKM. Kuesioner dirancang dengan empat pernyataan kunci yang diukur menggunakan skala persetujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mendukung promosi online, kemudahan penggunaan, dukungan LINE Bot dalam aktivitas promosi, dan responsivitas layanan pelanggan (Gambar 9).



Gambar 9. Pengujian Beta Sistem HelloUMKM

Hasil perhitungan persentase pengujian beta menunjukkan temuan yang signifikan. Pertama, sebesar 85,38% responden menyatakan sangat setuju bahwa aplikasi HelloUMKM membantu UMKM dalam mempromosikan produknya secara online. Hasil ini mengonfirmasi bahwa platform SaaS yang dibangun telah berhasil mengatasi kendala utama UMKM dalam pengelolaan website promosi, sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitas cloud computing untuk e-katalog UMKM.

Kedua, sebesar 74,62% responden menyatakan setuju bahwa aplikasi HelloUMKM mudah untuk digunakan. Meskipun hasil ini positif, persentase yang relatif lebih rendah dibandingkan indikator lain mengindikasikan perlunya peningkatan antarmuka pengguna (User Interface/User Experience) untuk

meminimalkan hambatan adopsi teknologi bagi pelaku usaha dengan literasi digital terbatas.

Ketiga, sebesar 82,31% responden menyatakan sangat setuju bahwa LINE Bot mendukung aktivitas promosi produk kepada pelanggan. Hasil ini memperkuat temuan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa integrasi chatbot pada saluran komunikasi familiar dapat meningkatkan keterlibatan pelanggan. Otomatisasi respons melalui LINE Bot terbukti mengurangi beban operasional UMKM yang sering terkendala keterbatasan sumber daya manusia.

Keempat, sebesar 77,69% responden menyatakan setuju bahwa LINE Bot dapat membantu dalam melayani pelanggan secara responsif dan efektif. Tingkat responsivitas yang meningkat ini merupakan dampak langsung dari kemampuan LINE Bot untuk beroperasi 24/7 tanpa intervensi manual, sehingga pelanggan dapat memperoleh informasi produk dan melakukan pemesanan kapan saja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan platform HelloUMKM sebagai solusi teknopreneur berbasis Cloud Computing model Software as a Service (SaaS) dan LINE Bot telah berhasil memenuhi tujuan penelitian. Integrasi kedua sub-sistem tersebut terbukti memberikan kemudahan signifikan bagi pelaku UMKM di Kota Bandung dalam mengelola promosi produk secara daring serta meningkatkan responsivitas layanan pelanggan. Pengujian fungsionalitas menunjukkan kinerja sistem mencapai 100%, sedangkan pengujian akurasi LINE Bot dengan kombinasi algoritma Jaro-Winkler Distance dan Forward Chaining menghasilkan tingkat keakuratan respons sebesar 86%. Hasil ini mengonfirmasi bahwa pendekatan berbasis aturan (rule-based) yang diterapkan telah memadai untuk menangani skenario interaksi standar UMKM, sekaligus memperkuat kapasitas digital usaha mikro menuju ekosistem teknopreneur yang mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

Meskipun demikian, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang menjadi dasar bagi rekomendasi pengembangan di masa mendatang. Pertama, diperlukan penyempurnaan antarmuka pengguna (User Interface) dan pengalaman pengguna (User Experience) untuk meminimalkan hambatan adopsi bagi pelaku usaha dengan literasi digital dasar. Kedua, kamus kata kunci (keyword dictionary) pada LINE Bot perlu diperluas, serta direkomendasikan untuk mengintegrasikan algoritma machine learning atau Natural Language Processing (NLP) guna meningkatkan kemampuan pemahaman bahasa alami dan menangani kueri yang lebih kompleks di luar skenario terstruktur. Ketiga, penambahan modul analitik data, fitur pencetakan laporan, serta integrasi payment gateway dan pengelolaan keuangan mikro akan sangat memperkaya nilai fungsional platform. Pengembangan tersebut diharapkan dapat menjadi

referensi bagi penelitian sejenis dan semakin mengoptimalkan peran teknologi informasi dalam mendorong pertumbuhan UMKM berbasis teknopreneur di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah (Diskop UKM) Kota Bandung sebagai mitra penelitian yang menyediakan data serta pengujian purwarupa sistem HelloUMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Juniansyah, D. M. Rosyidah, R. Pahrijal, and A. Ardhiyansyah, *Ketahanan Bisnis di Era Digital: Bagaimana Adaptasi dan Inovasi Menyelamatkan UMKM*. PT Arunika Aksa Karya, 2026.
- [2] I. Tahyudin, R. Rosyidi, Y. M. Idah, and A. D. Riyanto, *Technopreneurship*, vol. 1. Zahira Media Publisher, 2022.
- [3] I. Sukmawan and H. Hanafiah, "Strategi Technopreneurship dalam Meningkatkan Kinerja UMKM (Sebuah Gambaran Kecil Melalui Kajian Pustaka)," *J. Lit. Rev.*, vol. 1, no. 2, pp. 594–602, 2025.
- [4] Y. A. M. Qasem, R. Abdullah, Y. Y. Jusoh, R. Atan, and S. Asadi, "Cloud computing adoption in higher education institutions: A systematic review," *IEEE access*, vol. 7, pp. 63722–63744, 2019.
- [5] O. Jayeola, S. Sidek, A. Abd Rahman, A. S. B. Mahomed, and J. Hu, "Cloud computing adoption in small and medium enterprises (SMEs): A systematic literature review and directions for future research," *Int. J. Bus. Soc.*, vol. 23, no. 1, pp. 226–243, 2022.
- [6] F. I. Lawita, D. D. A. Wicaksono, L. Y. Sugondo, and R. Orlanda, "Digital transformation and sustainability of MSMEs: A systematic literature review," *Available SSRN 5956374*, 2025.
- [7] A. G. Mohapatra, A. Mohanty, S. K. Mohanty, N. P. Mahalik, and S. Nayak, "Personalization and customer experience in the era of data-driven marketing," *Artif. Intell. Businesses How to Dev. Strateg. Innov.*, pp. 467–511, 2025.
- [8] J. Cordero, L. Barba-Guaman, and F. Guamán, "Use of chatbots for customer service in MSMEs," *Appl. Comput. Informatics*, vol. 22, no. 1–2, pp. 185–197, 2026.
- [9] S. Srivastava and T. V. Prabhakar, "Desirable features of a chatbot-building platform," in *2020 IEEE International Conference on Humanized Computing and Communication with Artificial Intelligence (HCCAI)*, 2020, pp. 61–64.
- [10] T. Makany, S. Roh, K. Hara, J. M. Hua, F. Goh Si Ying, and W. Teh Yang Jie, "Beyond anthropomorphism: Unraveling the true priorities of chatbot usage in SMEs," in *Proceedings of the 5th International Conference on Conversational User Interfaces*, 2023, pp. 1–5.
- [11] E. Noersasongko, A. Syukur, and M. Aqqad, "Leveraging Jaro-Winkler for Enhanced Nazief-Adriani Banjar Text Stemming," in *2024 Ninth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2024, pp. 1–6.
- [12] O. Dogan and O. F. Gurcan, "Enhancing e-business communication with a hybrid rule-based and extractive-based chatbot," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 19, no. 3, pp. 1984–1999, 2024.
- [13] H. . Ginanjar and A. Setiadi, "Penerapan Teknologi Cloud Computing Pada Katalog Produk Di BALATKOP Jawa Barat," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 9, no. 1 SE-Articles, pp. 25–33, Mar. 2020, doi: 10.34010/komputa.v9i1.3722.
- [14] R. Ananda, F. Imamah, Y. A. S, and A. Does, "Aplikasi Chatbot (Milki Bot) Yang Terintegrasi Dengan Web CMS Untuk Customer Service Pada UKM Minsu," *J. Cendikia*, vol. 16, no. 2 Oktober SE-Articles, Nov. 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.dcc.ac.id/index.php/JC/article/view/108>.
- [15] M. Chitra, R. Surianarayanan, V. S. Mahamuni, S. Mohammed, M. T. Keno, and S. Boopathi, "Study on cloud computing-empowered small and medium enterprises," in *Essential Information Systems Service Management*, IGI Global Scientific Publishing, 2025, pp. 189–220.
- [16] G. Pandey, K. Saxena, S. Tyagi, A. Singh, and S. Prabha, "Empowering SMEs Through SaaS: Reducing Costs and Enhancing Productivity," in *2025 Seventeenth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*, 2025, pp. 1–6.
- [17] J. P. Shetty and R. Panda, "An overview of cloud computing in SMEs," *J. Glob. Entrep. Res.*, vol. 11, no. 1, pp. 175–188, 2021.
- [18] C. S. Ahmad, A. S. B. Mahomed, and H. Hashim, "Cloud computing adoption in SMEs: Exploring IaaS, PaaS and SaaS through a bibliometric study," *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci.*, vol. 15, no. 1, pp. 1423–1446, 2025.
- [19] I. Kamil, D. Reztrianti, A. R. Setiawan, G. Shafirendita, and M. M. Al-Firdaus, "Optimizing AI Chatbot Adoption for MSME Competitiveness," *Jambura Sci. Manag.*, vol. 8, no. 1, pp. 15–41, 2026.
- [20] C.-C. Yuan, C.-H. Li, and C.-C. Peng, "Development of mobile interactive courses based on an artificial intelligence chatbot on the communication software LINE," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 31, no. 6, pp. 3562–3576, 2023.
- [21] K. Marcinekova, A. J. Sujová, and R. Ďurica, "Implementing AI Chatbots in Customer Service Optimization—A Case Study in Micro-Enterprise," *Information*, vol. 16, no. 12, p. 1078, 2025.
- [22] G. P. Tahir, E. A. H. Talib, and F. I. Rachman, "Implementasi Metode Hybrid Fuzzy Jaro Winkler Dan Cosine Similarity Pada Sistem Pencarian Ayat Al-Quran Berbasis Transliterasi Latin," *J. Inform. Prog.*, vol. 17, no. 2, pp. 105–115, 2025.
- [23] W. Suwarningsih, "Generate fuzzy string-matching to build self attention on Indonesian medical-chatbot," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 14, no. 1, 2024.
- [24] A. Maulia, P. Purwadi, and B. A. Kusuma, "Rule-Based Expert System for Personalized GERD Food Recommendations Using Forward Chaining and Certainty Factor in Indonesia," *J. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 1468–1482, 2026.
- [25] R. R. Panigrahi et al., "AI chatbot adoption in SMEs for sustainable manufacturing supply chain performance: a mediational research in an emerging country," *Sustainability*, vol. 15, no. 18, p. 13743, 2023.
- [26] Z. A. Umar, U. Kango, and A. Juanna, "Technopreneurship (Tinjauan dan Prespektif IKM/UMKM)," *Penerbit Tahta Media*, 2023.
- [27] P. O. Maylanda, S. Rahayu, M. Sahyudi, and R. R. Suryono, "Peran Platform Digital Dalam Membangkitkan Pertumbuhan Technopreneurship (Faktor Dan Tantangan Keberhasilan): Tinjauan Literatur Sistematis," *J. Ilm. Inform. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 54–62, 2025.
- [28] I. Afrianto, A. Heryandi, A. Finandhita, and S. Atin,

"Prototype of E-Document Application Based on Digital Signatures to Support Digital Document Authentication," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 879, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/879/1/012042.

- [29] M. Maulida, F. Zahro, R. Hakim, M. S. Akbar, and M. Kom, "Pengujian Black Box Testing Pada Sistem Website Pemesanan Online Toko Ayam Krispy," *J. Media Akad.*, vol. 3, no. 5, 2025.
- [30] A. Aliyah, N. Hartono, and A. A. Muin, "Penggunaan User Acceptance Testing (UAT) pada pengujian sistem informasi pengelolaan keuangan dan inventaris barang," *Switch J. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 42–58, 2025.