



PEMETAAN TEMATIK PENGEMBANGAN CHATBOT AI MULTIBAHASA: TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS TERHADAP TREN DAN TANTANGAN MASA DEPAN

Kemas Fatih Amanaser Razan^{a*}, Muhammad Farros Nidji^b, Amelia Uswatun Hasanah^c

^a Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010102@student.upnjatim.ac.id, UPN “Veteran” Jawa Timur; Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur.

^b Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010109@student.upnjatim.ac.id, UPN “Veteran” Jawa Timur; Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur.

^c Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010123@student.upnjatim.ac.id, UPN “Veteran” Jawa Timur; Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur.

*Penulis Korespondensi: Kemas Fatih Amanaser Razan

ABSTRACT

The rapid development of artificial intelligence (AI), particularly through the emergence of Large Language Models (LLMs), has significantly accelerated the advancement of multilingual chatbots capable of understanding and generating multiple languages in a more natural manner. In the context of globalization and linguistic diversity, this technology plays a crucial role in improving access to information and services across sectors such as education, healthcare, governance, and social communication. This study conducts a Systematic Literature Review (SLR) based on a Grounded Theory Literature Review approach, analyzing 100 articles published between 2018 and 2025 to map research developments, methodological trends, and application focuses in multilingual chatbot research. The analysis follows the stages of open coding, axial coding, and selective coding to identify recurring patterns and core themes in prior studies. The findings reveal a substantial surge in research after 2023, coinciding with increased accessibility to chatbot development enabled by LLMs. This shift has redirected research emphasis from technical engineering toward implementation, evaluation, and user experience. System development methods (62%) and experimental approaches (26%) emerge as the most dominant methodologies, while the most frequently explored domains include education, healthcare, and public services. Multilingual chatbots represent the most extensively studied type, reflecting a transition toward a multilingual-by-default standard. Nevertheless, challenges such as English language bias, underrepresentation of minority languages, and limited cultural sensitivity remain central issues. These findings underscore the importance of strengthening the quality of multilingual corpora and adopting more socio-culturally responsive approaches to develop inclusive and linguistically equitable chatbot systems.

Keywords: multi-language chatbot; artificial intelligence; Large Language Model; Linguistic; Systematic Literature Review; Natural Language Processing; user experience

Abstrak

Perkembangan kecerdasan buatan (AI), khususnya melalui kemunculan Large Language Models (LLM), telah mendorong peningkatan signifikan dalam pengembangan chatbot multibahasa yang mampu memahami dan menghasilkan berbagai bahasa secara lebih natural. Dalam konteks globalisasi dan keberagaman linguistik, teknologi ini berperan penting dalam meningkatkan akses informasi dan layanan di bidang pendidikan, kesehatan, pemerintahan, dan komunikasi sosial. Penelitian ini melakukan *Systematic Literature Review* (SLR) berbasis *Grounded Theory Literature Review* terhadap 100 artikel yang terbit pada periode 2018–2025 untuk memetakan perkembangan riset, tren metodologis, serta fokus aplikasi chatbot multibahasa. Analisis dilakukan melalui tahapan *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding* untuk mengungkap pola dan tema utama dalam penelitian terdahulu. Hasil kajian menunjukkan lonjakan penelitian pasca-2023 seiring semakin mudahnya akses pengembangan chatbot melalui LLM, yang menggeser fokus

riset dari rekayasa teknis menuju implementasi, evaluasi, dan pengalaman pengguna. Metode pengembangan sistem (62%) dan eksperimen (26%) menjadi pendekatan paling dominan, sementara domain terbanyak mencakup edukasi, kesehatan, dan layanan publik. Chatbot multibahasa menjadi tipe yang paling sering diteliti, mencerminkan pergeseran standar menuju *multilingual-by-default*. Meski demikian, tantangan seperti bias bahasa Inggris, keterwakilan rendah bahasa minoritas, dan kurangnya sensitivitas budaya masih menjadi isu sentral. Temuan ini menegaskan pentingnya penguatan kualitas korpus multibahasa dan pendekatan yang lebih responsif secara sosio-kultural untuk menghasilkan chatbot yang inklusif dan berkeadilan linguistik.

Kata Kunci: chatbot multibahasa;kecerdasan buatan;*Large Language Models*;linguistik;*Systematic Literature Review*;*Natural Language Processing*;pengalaman pengguna

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah mendorong berbagai inovasi dalam interaksi manusia–mesin, salah satunya melalui chatbot yang kini dimanfaatkan untuk mendukung layanan pendidikan, kesehatan, dan bisnis. Dalam konteks globalisasi, kebutuhan akan chatbot multibahasa semakin meningkat seiring dengan keberagaman latar belakang linguistik pengguna. Chatbot multibahasa berperan penting dalam meminimalkan hambatan komunikasi lintas bahasa serta meningkatkan aksesibilitas dan kualitas layanan. Namun, variasi linguistik yang kompleks menuntut sistem untuk mampu memahami konteks lintas bahasa secara konsisten [1].

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa chatbot multibahasa memberikan manfaat signifikan, khususnya dalam bidang pendidikan dan interaksi pengguna, baik dari aspek efisiensi, tata bahasa, maupun kesesuaian respons dengan preferensi linguistik [2]. Model bahasa besar multibahasa juga dilaporkan mampu meningkatkan adaptasi chatbot terhadap karakteristik pengguna ketika konteks budaya turut dipertimbangkan [3]. Meskipun demikian, pengembangan chatbot multibahasa masih menghadapi tantangan linguistik, seperti dominasi bahasa Inggris yang memicu bias, ambiguitas semantik dalam penerjemahan otomatis, serta keterbatasan sensitivitas budaya dan representasi bahasa minoritas [9]; [4]. Oleh karena itu, kajian literatur ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan, metode, dan tantangan chatbot multibahasa dari perspektif linguistik guna mendukung pengembangan teknologi yang lebih inklusif dan berkeadilan bahasa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Chatbot Multibahasa dalam Interaksi Digital

Chatbot merupakan sistem berbasis kecerdasan buatan yang dirancang untuk melakukan interaksi dengan pengguna melalui bahasa alami. Seiring perkembangan teknologi pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing*), chatbot tidak lagi terbatas pada sistem berbasis aturan sederhana, tetapi telah berkembang menjadi sistem yang mampu memahami konteks percakapan secara lebih fleksibel. Dalam konteks globalisasi dan meningkatnya mobilitas digital, kebutuhan terhadap chatbot multibahasa menjadi semakin penting untuk menjangkau pengguna dengan latar belakang bahasa yang beragam[1].

Chatbot multibahasa memungkinkan pengguna untuk berinteraksi menggunakan bahasa yang mereka kuasai, sehingga dapat meningkatkan aksesibilitas dan efektivitas komunikasi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa interaksi multibahasa dalam chatbot menghadirkan tantangan tersendiri, terutama terkait perbedaan struktur bahasa, makna, serta dinamika percakapan lintas bahasa[1]. Oleh karena itu, pengembangan chatbot multibahasa tidak hanya menuntut kemampuan teknis, tetapi juga pemahaman linguistik yang memadai agar respons yang dihasilkan tetap relevan dan natural.

2.1.1 Aspek Linguistik dan Preferensi Pengguna

Aspek linguistik memegang peranan penting dalam keberhasilan interaksi chatbot multibahasa. Pengguna multibahasa sering kali melakukan praktik *code-mixing* atau *code-switching*, yaitu mencampur atau berpindah bahasa dalam satu percakapan. Fenomena ini merupakan bagian alami dari komunikasi sehari-hari, namun menjadi tantangan bagi sistem chatbot yang tidak dirancang untuk menangani variasi bahasa secara dinamis.

Penelitian mengenai preferensi pengguna menunjukkan bahwa chatbot yang mampu menyesuaikan diri dengan pola bahasa pengguna, termasuk penggunaan *code-mixing*, cenderung lebih disukai dan dianggap

lebih natural[2]. Ketidaktepatan dalam memahami konteks linguistik dapat menyebabkan respons chatbot terasa kaku atau tidak relevan, yang pada akhirnya menurunkan kualitas pengalaman pengguna. Temuan ini menegaskan bahwa kemampuan linguistik chatbot berpengaruh langsung terhadap kenyamanan dan efektivitas interaksi.

2.1.2 Tantangan Multibahasa dan Kesenjangan Bahasa

Meskipun chatbot multibahasa menawarkan potensi besar, tantangan dalam implementasinya masih cukup signifikan. Salah satu isu utama adalah kesenjangan performa antarbahasa, khususnya antara bahasa dengan sumber daya tinggi dan bahasa dengan sumber daya rendah. Dataset dan korpus pelatihan yang tidak seimbang menyebabkan chatbot cenderung memiliki performa lebih baik pada bahasa tertentu.

Benchmark dialog multibahasa menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan kualitas respons yang cukup besar antarbahasa, terutama pada bahasa minoritas[3]. Kesenjangan ini tidak hanya berdampak pada akurasi sistem, tetapi juga berimplikasi pada keadilan linguistik dan inklusivitas teknologi. Oleh karena itu, evaluasi chatbot multibahasa perlu mempertimbangkan aspek representasi bahasa dan kualitas pemahaman lintas bahasa secara menyeluruh.

2.2 Large Language Models dalam Pengembangan Chatbot Multibahasa

Perkembangan Large Language Models (LLM) membawa perubahan signifikan dalam pengembangan chatbot multibahasa. Model ini dilatih menggunakan korpus teks berskala besar yang mencakup berbagai bahasa, sehingga memungkinkan chatbot memahami dan menghasilkan respons multibahasa secara lebih kontekstual. Kehadiran LLM menggeser paradigma pengembangan chatbot dari pendekatan rekayasa yang kompleks menuju pemanfaatan model generatif yang lebih fleksibel dan adaptif[4].

LLM memungkinkan chatbot untuk menangani berbagai variasi bahasa tanpa perlu pelatihan ulang yang ekstensif untuk setiap bahasa. Hal ini membuka peluang besar dalam pengembangan chatbot multibahasa yang lebih inklusif dan mudah diimplementasikan di berbagai domain. Namun demikian, kemampuan teknis ini tetap perlu dievaluasi dari sisi linguistik dan pengalaman pengguna agar respons yang dihasilkan tidak hanya fasih, tetapi juga sesuai konteks.

2.2.1 Implementasi Chatbot Multibahasa Berbasis LLM

Penerapan chatbot multibahasa berbasis LLM telah dilakukan di berbagai domain, salah satunya pada sektor kesehatan. Chatbot multibahasa di bidang kesehatan digunakan untuk menjembatani komunikasi antara sistem layanan dan pengguna dengan latar belakang bahasa yang berbeda. Implementasi ini menunjukkan bahwa chatbot multibahasa mampu meningkatkan akses informasi dan memperluas jangkauan layanan kesehatan digital[5].

Meskipun demikian, keberhasilan implementasi chatbot multibahasa berbasis LLM sangat bergantung pada kualitas pemahaman bahasa dan konteks yang dimiliki sistem. Tanpa pengelolaan data dan evaluasi yang memadai, chatbot berisiko menghasilkan respons yang kurang akurat atau tidak sensitif terhadap konteks budaya pengguna. Oleh karena itu, pengembangan chatbot multibahasa perlu mempertimbangkan keseimbangan antara kemampuan teknis LLM dan pemahaman linguistik yang lebih mendalam.

2.2.2 Keterkaitan dengan Variabel Penelitian

Berdasarkan kajian pustaka, dapat disimpulkan bahwa kemampuan linguistik chatbot multibahasa merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas interaksi pengguna. Aspek seperti pemahaman konteks bahasa, penanganan *code-mixing*, serta kesetaraan performa antarbahasa memengaruhi persepsi dan pengalaman pengguna dalam berinteraksi dengan chatbot.

Dalam penelitian ini, kemampuan linguistik chatbot multibahasa diposisikan sebagai variabel yang memengaruhi kualitas interaksi dan pengalaman pengguna. Tinjauan pustaka ini menjadi landasan teoritis untuk menganalisis bagaimana chatbot multibahasa, khususnya yang berbasis Large Language Models, merespons keragaman bahasa pengguna serta sejauh mana sistem tersebut mampu memberikan interaksi yang natural, kontekstual, dan inklusif.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengidentifikasi tema-tema relevan terkait chatbot dalam konteks multibahasa dan linguistik, penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) berbasis *Grounded Theory Literature Review* sebagaimana dijelaskan oleh Wolfswinkel et al. (2013). Pendekatan ini memungkinkan telaah literatur dilakukan secara terstruktur dan menyeluruh, sekaligus mendukung proses identifikasi pola dan tema secara induktif. Penggunaan pendekatan bertahap ini sejalan dengan praktik analisis literatur yang menekankan pentingnya tahapan pengkodean sistematis agar data yang diperoleh dapat dikonstruksi menjadi kategori konseptual yang jelas, sebagaimana diterapkan dalam karya Suryanto (2023).

Metode ini tidak hanya memberikan gambaran mengenai tren penelitian terdahulu, tetapi juga memungkinkan peneliti mengembangkan kategori baru yang muncul dari data secara alami. Dalam konteks penelitian multibahasa, pendekatan seperti ini menjadi relevan mengingat keragaman bahasa dan konteks budaya seringkali menuntut analisis yang lebih mendalam. Struktur pengkodean bertingkat yang diterapkan dalam penelitian serupa menunjukkan bahwa proses pemetaan konsep dapat menjadi lebih terarah ketika dilakukan secara berlapis dari konsep dasar hingga tema akhir (Suryanto, 2023).

Proses kajian mengikuti empat tahap:

1. **Definisi (Define):** Tahap ini meliputi penyusunan kriteria inklusi dan eksklusi, penentuan basis data, serta perumusan kata kunci pencarian. Penetapan kriteria yang terukur diperlukan agar proses seleksi berlangsung sistematis dan tidak menyimpang dari fokus penelitian. Pendekatan ini sejalan dengan praktik penyaringan awal yang diterapkan dalam kajian literatur akademik untuk memastikan konsistensi proses (Suryanto, 2023).
2. **Pencarian (Search):** Artikel dikumpulkan menggunakan *query* yang telah dirancang sesuai ruang lingkup penelitian. Penggunaan kata kunci bertingkat membantu mengarahkan pencarian pada literatur yang relevan dengan interaksi multibahasa dan aspek linguistik dalam teknologi chatbot.
3. **Seleksi (Select):** Artikel yang diperoleh kemudian disaring berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan dan ruang lingkup penelitian. Seleksi dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa *corpus* akhir memang mewakili fenomena yang dikaji. Praktik penyaringan bertahap semacam ini direkomendasikan dalam analisis literatur untuk menjaga kualitas data yang digunakan (Suryanto, 2023).
4. **Analisis (Analyze):** menganalisis artikel terpilih menggunakan *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding* untuk menemukan tema utama.

Pendekatan berlapis ini sesuai dengan praktik pengkodean sistematis yang digunakan dalam kajian literatur berbasis grounded theory, di mana hubungan antarkonsep dibangun secara bertahap hingga membentuk tema terpadu (Suryanto, 2023). Tahap tambahan berupa penyusunan hasil dan diskusi digunakan untuk menegaskan keterkaitan antara temuan dan tujuan penelitian.

3.1. Kriteria Pemilihan

3.1.1. Kriteria Inklusi

Artikel yang dipilih harus memenuhi ketentuan berikut:

1. Membahas **chatbot berbasis teks atau suara** yang mendukung **interaksi multibahasa** atau terkait dengan aspek linguistik (misalnya penerjemahan, kode campur, deteksi bahasa, natural language understanding lintas bahasa).
2. Menyertakan **studi dengan pengguna** atau analisis interaksi nyata antara pengguna dan chatbot.
3. Berfokus pada **pengalaman manusia** dalam berinteraksi dengan chatbot multibahasa, termasuk persepsi, tantangan, kepuasan, atau hambatan komunikasi.
4. Diterbitkan dalam **jurnal internasional** atau **prosiding konferensi utama**, berbahasa Inggris.
5. Diterbitkan antara **Januari 2010 hingga Desember 2025**, untuk menangkap perkembangan terbaru seiring kemajuan AI dan NLP.

3.1.2. Kriteria Eksklusi

Artikel dikecualikan apabila:

- a. Hanya membahas aspek teknis pemodelan NLP/algorithm tanpa melibatkan perspektif pengguna.
- b. Fokus pada **chatbot satu bahasa** tanpa relevansi multibahasa atau linguistik.
- c. Merupakan *workshop paper*, *poster*, bab buku, atau disertasi.
- d. Menilai efektivitas semata (misalnya akurasi terjemahan) tanpa menyinggung pengalaman interaksi manusia.

3.2. Strategi Pencarian

Artikel dikumpulkan dari tiga basis data utama:

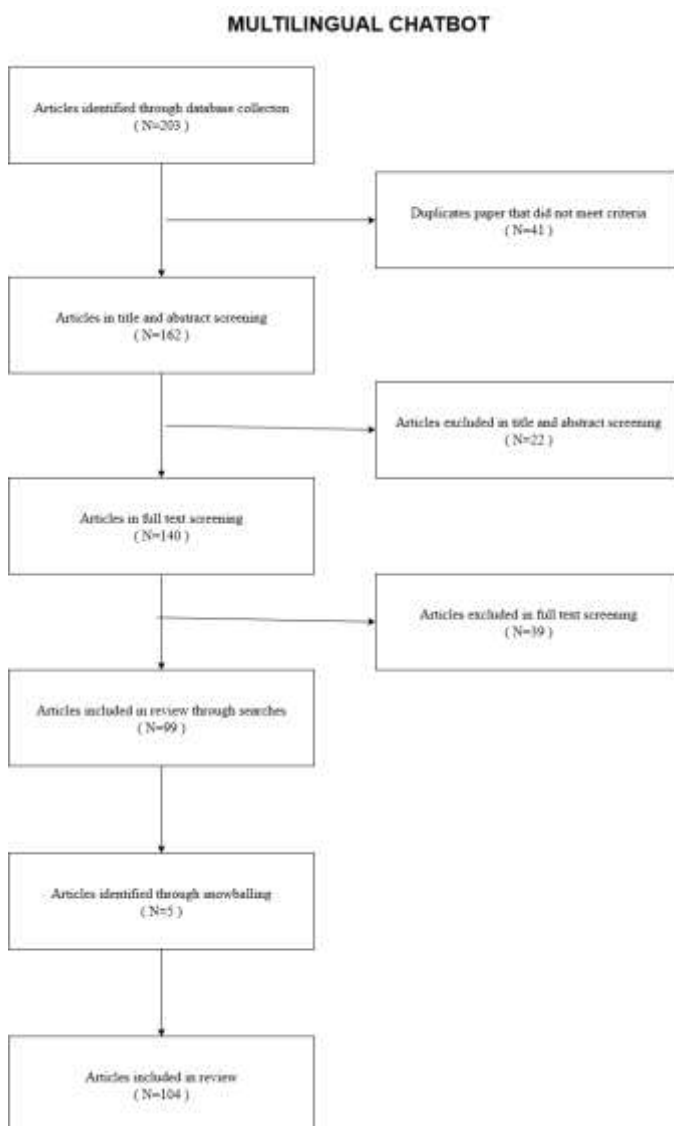
- a. Scopus
- b. ACM Digital Library (ACM DL)
- c. EBSCO APA PsycInfo

Kata kunci pencarian dirancang untuk mencakup dua kelompok:

- a. Sinonim untuk chatbot: (*chatbot* OR "chat bot" OR "virtual assistant" OR "conversational agent" OR "multilingual chatbot" OR "AI assistant")*.
- b. Aspek linguistik & pengguna: (*multilingual* OR "language diversity" OR linguistics OR "code-switching" OR "natural language processing" OR "cross-lingual" OR "user experience")*.

Pencarian dibatasi pada judul, abstrak, dan kata kunci, serta jenis publikasi berupa artikel jurnal dan prosiding konferensi.

3.3. Seleksi Artikel



3.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan prinsip **grounded theory** dengan tiga tahap pengodean:

- a. **Open coding**: memberikan label pada konsep yang muncul dari setiap artikel (misalnya tantangan bahasa, strategi adaptasi, dukungan teknologi).

- b. **Axial coding:** mengelompokkan konsep ke dalam kategori (misalnya “tantangan linguistik”, “strategi adaptasi pengguna”, “dukungan teknologi multibahasa”).
- c. **Selective coding:** menyusun kategori menjadi tema utama yang merepresentasikan gambaran penelitian secara keseluruhan.

Struktur pengodean ini memungkinkan identifikasi konsep secara bertahap dan memberikan ruang bagi keterkaitan antarkategori untuk muncul secara alami. Pendekatan seperti ini umum digunakan dalam penelitian yang memerlukan pemetaan tema secara sistematis, sebagaimana diterapkan dalam kajian yang menguraikan proses pengelompokan data secara berlapis (Suryanto, 2023). Melalui proses ini, tema utama dan sub-tema mengenai perkembangan chatbot AI multibahasa dapat diidentifikasi secara komprehensi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Setelah melewati tahap search process, paper yang terpilih dikelompokkan berdasarkan wilayah terbitnya menjadi dua kelompok yaitu Paper Internasional dan Paper Lokal

Tabel 1. Persebaran tahun dan wilayah terbit

<i>Tahun</i>	<i>Paper Internasional</i>	<i>Paper Nasional</i>	<i>Total</i>
2018	1	0	1
2019	1	0	1
2020	3	2	5
2021	8	0	8
2022	8	4	12
2023	11	8	19
2024	14	12	26
2025	14	18	32
Total	60	44	104

Ditinjau dari berdasarkan waktu terbit paper, terlihat adanya pola difusi inovasi yang jelas. Pada periode awal pengembangan chatbot (2018–2021), paper akademik yang ada hampir sepenuhnya dikuasai oleh penelitian internasional, sementara kontribusi peneliti lokal masih sangat terbatas. Namun, lanskap ini berubah secara drastis memasuki tahun 2023, dimana data menunjukkan bahwa mulai tahun 2023 hingga 2025, jumlah publikasi lokal mengalami akselerasi pesat, bergerak dari jumlah yang minim hingga mampu mengimbangi jumlah publikasi internasional dalam sampel penelitian ini.

Tabel 2. Metode Penelitian

<i>Metode Penelitian</i>	<i>Jumlah</i>
<i>Pengembangan Sistem</i>	61
<i>Eksperimen</i>	26
<i>Studi Kasus atau Analisis</i>	10
<i>Desain</i>	3
<i>Kuantitatif</i>	3
<i>Kualitatif</i>	1

Dominasi metode Pengembangan Sistem memberikan indikasi kuat bahwa ekosistem penelitian ini telah bertransformasi menjadi disiplin ilmu terapan. Hal ini menandakan bahwa komunitas peneliti, baik di tingkat global maupun lokal—telah bergerak melampaui fase eksplorasi teori. Fokus utama saat ini bukan lagi mempertanyakan validitas teknologi chatbot multibahasa, melainkan bagaimana memanfaatkan teknologi tersebut untuk menciptakan solusi yang nyata.

Tabel 3. Domain Chatbot

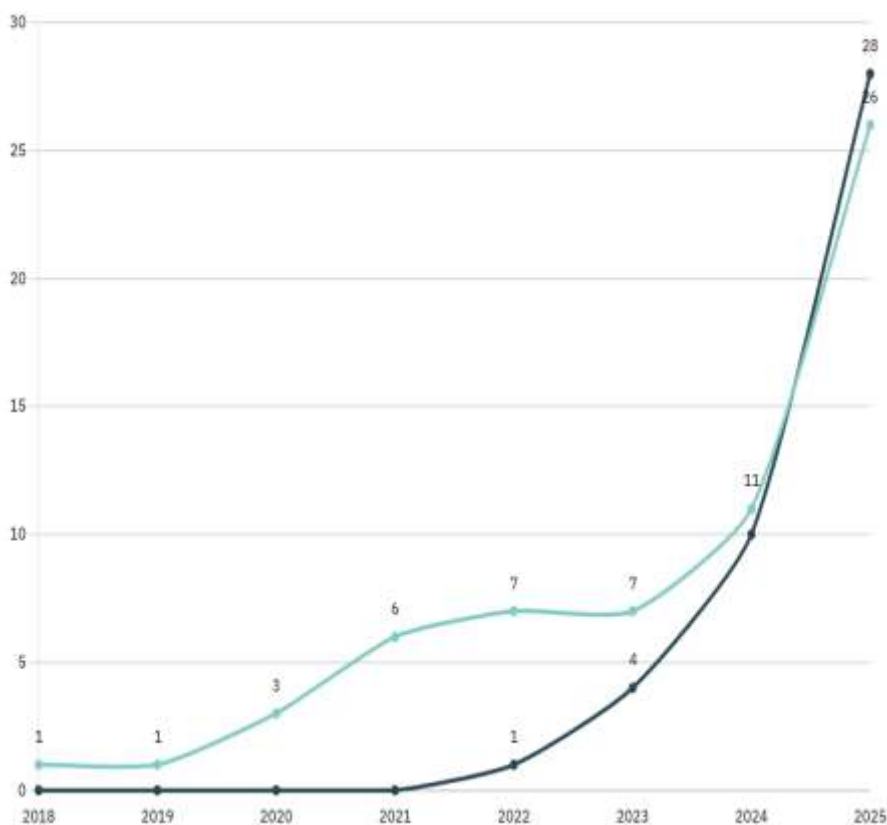
<i>Domain Chatbot</i>	<i>Jumlah</i>
<i>Edukasi</i>	30
<i>Kesehatan</i>	21
<i>Layanan Pelanggan</i>	11
<i>Terjemahan & Komunikasi</i>	9
<i>Televisi</i>	8
<i>Layanan Pemerintah & Sosial</i>	9
<i>Pestasi</i>	4
<i>Lainnya</i>	12

Temuan berikutnya adalah persebaran domain chatbot, hasil yang didapat menempatkan Edukasi dan Kesehatan sebagai domain paling dominan memberikan indikasi kuat mengenai nilai strategis teknologi ini.

Hal ini menegaskan bahwa pengembangan chatbot multibahasa tidak lagi sekadar didorong oleh motif komersial melainkan oleh kebutuhan mendesak untuk layanan dasar.

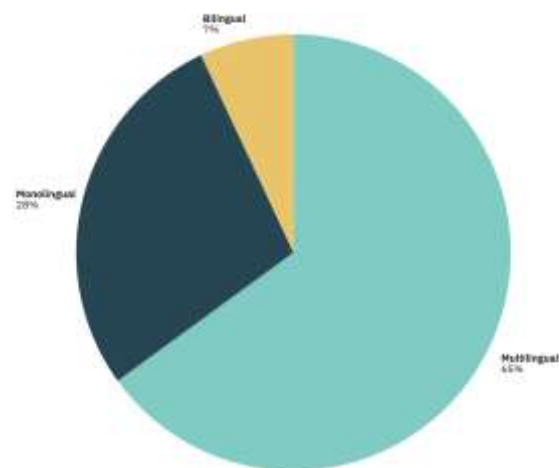
4.2. Pembahasan

Perkembangan chatbot multibahasa dalam delapan tahun terakhir bukanlah sebuah evolusi linear, melainkan sebuah transformasi disruptif yang berjalan dalam beberapa gelombang. Setiap gelombang didorong oleh kemajuan teknologi yang tidak hanya meningkatkan kapabilitas, tetapi juga mengubah lanskap masalah dan fokus penelitian. Pertumbuhan minat yang meroket dalam beberapa tahun terakhir, terutama pada 2024 dan 2025, adalah bukti nyata dari gelombang disruptif terbaru.



Gambar 1. Perbandingan Tren Pembahasan Multilingual dan LLM

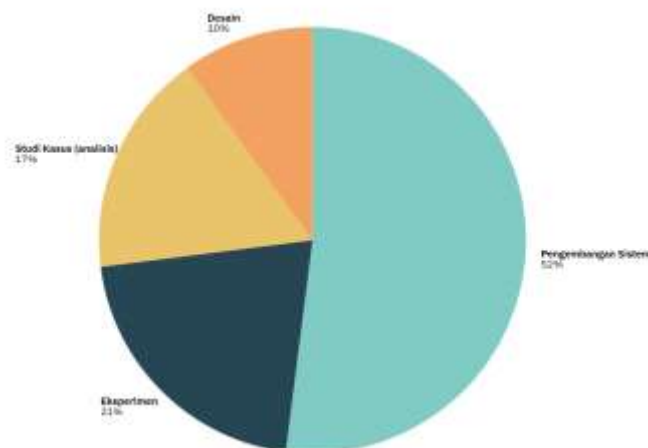
Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara adopsi Large Language Models dan peningkatan signifikan jumlah penelitian chatbot multibahasa pasca 2023. Seperti yang akan divisualisasikan pada Gambar 1, jumlah penelitian multibahasa yang relatif stagnan dan tumbuh lambat sebelum tahun 2023, tiba-tiba melonjak secara eksponensial. Lonjakan ini terjadi bersamaan dengan munculnya dan adopsi luas dari model LLM generatif dalam penelitian. Sebelum tahun 2023 pengembangan Generative AI berfokus pada tantangan rekayasa yang rumit untuk membuat model NLU (Natural Language Understanding) seperti BERT memahami bahasa. Namun, kemunculan LLM generatif yang mudah diakses telah mengubah segalanya. Generative AI (GenAI) adalah jenis teknologi kecerdasan buatan yang dapat memproduksi berbagai jenis konten, termasuk teks, gambar, audio, dan data sintetik [102]. Berdasarkan klaim tersebut kini Teknologi chatbot generative AI, yang dilatih pada data multibahasa masif dari internet, telah menurunkan penghalang teknis secara drastis, implikasi dari hal ini sangat besar, yaitu penggunaan chatbot multibahasa tidak lagi sekedar fungsi sederhana tetapi mampu menjadi sistem yang kompleks di bidang pendidikan, psikologi dan kesehatan. Fokus penelitian bergeser dari tantangan rekayasa teknis menuju studi implementasi, evaluasi, dan dampak sosial dari chatbot multibahasa



Gambar 2. Persentase Dukungan Bahasa

Pergeseran teknologi ini juga memiliki dampak langsung pada cara peneliti memandang "bahasa". Dulu, membuat chatbot *bilingual* adalah sebuah pencapaian besar yang layak dipublikasikan. Namun, seperti yang akan diilustrasikan pada Gambar 2, dominasi absolut penelitian *multilingual* (65%) menunjukkan bahwa pendekatan *bilingual* (7%) kini terlihat hampir jarang dilakukan atau hanya untuk kasus yang sangat spesifik (seperti studi *code-switching*).

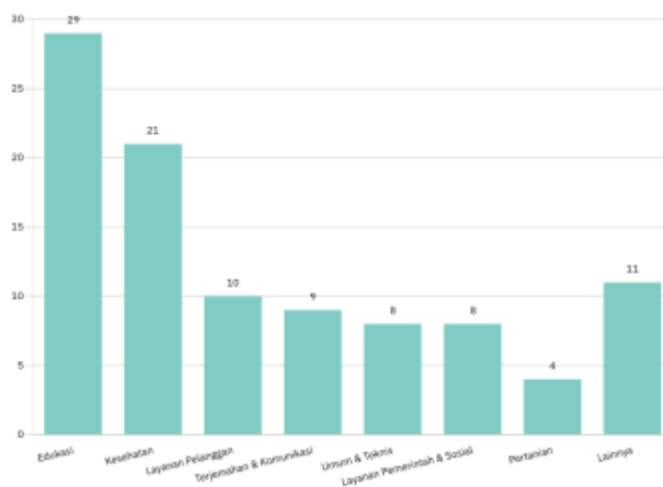
Tahap ini menandai perubahan paradigma penting dalam pengembangan chatbot multibahasa. Kemampuan untuk memahami puluhan bahasa termasuk, secara teoretis, bahasa-bahasa yang sebelumnya diabaikan kini dianggap sebagai fitur bawaan (*multilingual-by-default*). Ini menetapkan ekspektasi baru terhadap kecanggihan suatu chatbot AI. Penelitian monolingual tetap relevan, tetapi ceritanya berbeda, ia tidak lagi mendorong batas kemampuan bahasa, melainkan fokus pada adopsi teknologi canggih untuk pasar atau masalah lokal yang spesifik. Pergeseran ini membuka potensi besar untuk inklusivitas bahasa, namun juga menciptakan tantangan baru mengenai kualitas pemahaman pada bahasa-bahasa minoritas.



Gambar 3. Metodologi Penelitian

Dengan teknologi yang lebih mudah diakses dan pergeseran paradigma ke multilingual, fokus peneliti tidak lagi pada eksplorasi teoretis. Sebaliknya, seperti yang ditunjukkan dengan pada Gambar 3, komunitas riset merespons dengan fokus pada penelitian terapan dan praktis. Dominasi luar biasa dari metodologi Pengembangan Sistem dan Eksperimen adalah wawasan penting. Ini menunjukkan bahwa peneliti tidak hanya membicarakan tentang chatbot multibahasa, tetapi mereka secara aktif mengembangkan chatbot tersebut. Ini adalah tanda dari bidang yang sehat dan matang yang telah bergerak melampaui pembuktian konsep (*proof-of-concept*). Komunitas riset kini berada dalam fase implementasi dan penyempurnaan yang solid, di mana purwarupa (*prototipe*) dibuat, diuji dalam skenario dunia nyata, dan dievaluasi kinerjanya

secara empiris. Sangat sedikit penelitian yang bersifat murni konseptual atau tinjauan pustaka, yang menyiratkan bahwa fokusnya adalah pada penciptaan produk dan pengetahuan baru yang dapat diuji.



Gambar 4. Domain Chatbot

Dengan tren pengembangan yang begitu besar, Gambar 4 menunjukkan ke mana luaran tersebut diarahkan. Dua domain yang menonjol secara konsisten adalah Edukasi dan Kesehatan. Ini adalah interpretasi kunci dari data tersebut: komunitas riset secara kolektif mengidentifikasi sektor-sektor krusial ini sebagai area yang paling diuntungkan oleh teknologi yang dapat melintasi hambatan bahasa. Ini bukan hanya tentang aplikasi komersial tetapi aplikasi yang membantu menghadapi tantangan dalam sektor kunci.

Fokus yang kuat pada edukasi dan kesehatan menunjukkan adanya dorongan untuk menggunakan teknologi ini sebagai alat demokratisasi akses. "hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam prestasi belajar dan efikasi diri (self-efficacy) bagi kelompok eksperimen yang menggunakan chatbot" [104] Hal ini menunjukkan bahwa di bidang Edukasi, chatbot multibahasa dilihat sebagai alat revolusioner untuk pembelajaran bahasa yang skalabel atau sebagai asisten akademik yang dapat melayani mahasiswa internasional. Di bidang Kesehatan, mereka menawarkan harapan untuk memberikan saran medis dan dukungan kesehatan mental yang dapat menjangkau populasi yang sebelumnya tidak terlayani, menembus batasan linguistik dan geografis.

Meskipun aplikasi di bidang-bidang tersebut menjanjikan, keberhasilannya sangat bergantung pada mesin di balik layar. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana perkembangan dari era NLU (BERT) ke era LLM (GPT) mengubah kapabilitas sekaligus membawa risiko baru. Perkembangan dari era NLU (BERT) ke era LLM (GPT) tidak hanya mengubah jumlah penelitian, tetapi juga sifat tantangan dalam pelaksanaannya.

Di sinilah letak tantangan sekaligus potensi terbesar bagi bahasa-bahasa minoritas (minority languages). Di satu sisi, LLM menawarkan potensi yang belum pernah ada sebelumnya: mereka "mempelajari" bahasa-bahasa daerah (seperti Bahasa Jawa atau Sunda) yang sebelumnya tidak pernah memiliki sumber daya komputasi khusus. Ini adalah sebuah lompatan besar.

Namun, di sisi lain, bahasa-bahasa daerah atau ragam bahasa gaul seringkali terwakili secara minim (*under-represented*) dalam data pelatihan global. Hal ini menciptakan kesenjangan pemahaman yang nyata. Seperti yang diungkapkan dalam penelitian mengenai adaptasi bahasa lokal, "Bahasa gaul sering digunakan dalam komunikasi informal di media sosial dan aplikasi pesan instan, namun fenomena ini menciptakan tantangan baru bagi teknologi penerjemahan otomatis karena strukturnya yang tidak baku" (Akbar dkk., 2024). Tanpa upaya *fine-tuning* yang disengaja seperti yang dilakukan oleh Akbar dkk. (2024), teknologi LLM mentah berisiko gagal menangkap nuansa budaya atau tingkat kesopanan. Pada akhirnya, perkembangan chatbot multibahasa telah matang dari tantangan rekayasa murni menjadi disiplin ilmu terapan yang bersinggungan erat dengan linguistik dan sosiologi. Tantangan ke depan bukanlah teknis, melainkan sosio-kultural: bagaimana kita memastikan teknologi yang kuat ini beroperasi secara adil, akurat, dan penuh hormat di seluruh keragaman bahasa dan budaya manusia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa perkembangan penelitian chatbot AI multibahasa mengalami transformasi signifikan seiring kemunculan dan adopsi luas Large Language Models (LLM). Lonjakan publikasi pasca-2023 menandai penurunan hambatan teknis pengembangan chatbot, yang mendorong pergeseran fokus riset dari rekayasa pemahaman bahasa menuju penerapan, evaluasi, dan pengalaman pengguna dalam konteks dunia nyata.

Perubahan tersebut juga merefleksikan pergeseran paradigma penelitian bahasa, di mana pendekatan *multilingual-by-default* kini menjadi standar dominan, menggantikan pendekatan bilingual yang sebelumnya kompleks dan terbatas. Dominasi metodologi pengembangan sistem dan eksperimen mengindikasikan bahwa chatbot multibahasa telah berkembang menjadi bidang terapan, dengan konsentrasi penelitian yang kuat pada domain strategis seperti pendidikan dan kesehatan yang memperoleh manfaat langsung dari penghapusan hambatan bahasa.

Meskipun kemampuan teknis chatbot multibahasa terus meningkat, tantangan utama ke depan bersifat sosio-kultural, termasuk bias bahasa, keterwakilan bahasa minoritas, dan sensitivitas budaya dalam interaksi lintas bahasa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperkuat kualitas dan representasi korpus multibahasa serta mengintegrasikan evaluasi yang lebih peka terhadap konteks linguistik dan budaya, guna mendorong pengembangan chatbot yang inklusif dan berkeadilan linguistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Abbet *et al.*, “Churn intent detection in multilingual chatbot conversations and social media,” 2018.
- [2] A. Bawa *et al.*, “Do multilingual users prefer chatbots that code-mix?,” *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, vol. 4, no. CSCW1, 2020, doi: 10.1145/3392846.
- [3] N. T. Tuan, P. Moore, D. H. V. Thanh, and H. V. Pham, “A generative artificial intelligence using multilingual large language models for ChatGPT applications,” **Appl. Sci.**, vol. 14, no. 7, art. no. 3036, Apr. 2024, doi: 10.3390/app14073036.
- [4] Q. Zhang, X. Shen, E. Chang, J. Ge, and P. Chen, “MDIA: A benchmark for multilingual dialogue generation in 46 languages,” **arXiv**, Aug. 27, 2022, doi: 10.48550/arXiv.2208.13078.
- [5] S. Badlani *et al.*, “Multilingual healthcare chatbot using machine learning,” in *Proc. INCET*, 2021, doi: 10.1109/INCET51464.2021.9456304.
- [6] M. Abhishek *et al.*, “AgriTalk: Revolutionizing farming with a multilingual chatbot,” in *Proc. IEEE Int. Conf. IEMENTech*, 2025, pp. 1–6, doi: 10.1109/IEMENTech65115.2025.10959547.
- [7] M. F. Ajiz *et al.*, “Pengembangan aplikasi chatbot informasi akademik berbasis web menggunakan metode AIML,” *Media Jurnal Informatika*, vol. 15, no. 2, p. 143, 2023, doi: 10.35194/mji.v15i2.3316.
- [8] O. K. Akputu *et al.*, “Towards development of a multilingual mobile chat application for enhanced global communication,” *Teknika*, vol. 13, no. 1, pp. 86–91, 2024, doi: 10.34148/teknika.v13i1.717.
- [9] M. M. Al Haromainy *et al.*, “Ambiguitas machine translation pada cross-language chatbot bea cukai,” *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 55–62, 2019, doi: 10.26594/register.v5i1.1387.
- [10] A. Amin *et al.*, “Implementasi chatbot sebagai asisten virtual untuk membantu mahasiswa dalam mendapatkan informasi akademik,” *Sebatik*, vol. 28, no. 2, 2024, doi: 10.46984/sebatik.v28i2.0000.
- [11] I. Amirulloh *et al.*, “Rancang bangun chatbot WhatsApp menggunakan Node.js dan model NLP untuk layanan PPDB,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3846.
- [12] S. Anand *et al.*, “Multi-lingual hybrid chatbot for empowering rural women self-help groups in India,” in *Proc. ICONAT*, 2023, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICONAT57137.2023.10080347.
- [13] R. Ardiansyah *et al.*, “Optimasi penerjemahan bahasa asing dengan teknologi IoT pada kelas internasional,” *Jurnal ELTEK*, vol. 23, no. 1, pp. 1–8, 2025, doi: 10.33795/eltek.v23i1.6951.
- [14] W. Bawarta and U. Sari, “ChatGPT sebagai tutor virtual: Dampaknya terhadap kemampuan critical thinking,” *JISKA*, vol. 3, no. 2, 2025.
- [15] G. Bilquise *et al.*, “Bilingual AI-driven chatbot for academic advising,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 13, no. 8, 2022.
- [16] V. L. Chowdary *et al.*, “Gen AI real-time translation tool using chatbot,” in *Proc. PiCET*, 2025, pp. 1431–1439, doi: 10.1049/icp.2025.1649.
- [17] L. Dalavai *et al.*, “AI-driven healthcare chatbot with multilingual support,” *Int. J. Modern Trends Sci. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 350–359, 2025, doi: 10.5281/zenodo.15171446.

- [18] S. Das *et al.*, “Intelligent bilingual chatbot for enhanced user engagement on college websites,” in *Proc. ICDT*, 2025, pp. 939–944, doi: 10.1109/ICDT63985.2025.10986747.
- [19] A. Dimitra *et al.*, “ENRICH4ALL: A Luxembourgish BERT model for multilingual chatbots,” 2022.
- [20] A. T. Elboardy *et al.*, “Bridging gender disparities in mental health: A bilingual large language model for therapeutic chatbots,” in *Proc. L&T*, 2025, pp. 251–256, doi: 10.1109/LT64002.2025.10941308.
- [21] S. Elwahsh *et al.*, “Linguistic diversity and mental well-being: Co-designing custom AI chatbots,” in *Proc. ACM CUI*, 2025, doi: 10.1145/3719160.3736615.
- [22] F. Fauzi and A. S. Aji, “Chatbot rekomendasi laptop menggunakan NLP,” *JIMIK*, vol. 6, no. 3, 2025.
- [23] M. R. Febriansyah *et al.*, “Implementasi chatbot sebagai virtual assistant: A systematic literature review,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 9, no. 4, 2025.
- [24] R. G. P. Simamora *et al.*, “Aplikasi chatbot online untuk pemesanan tiket bioskop,” *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, vol. 3, no. 3, 2023.
- [25] V. Gumma *et al.*, “HEALTH-PARIKSHA: Assessing RAG models for multilingual health chatbots,” *arXiv preprint*, arXiv:2410.13671, 2025.
- [26] A. H. *et al.*, “A multilingual mental health support chatbot based on the AMER model,” in *Proc. ICDSAAI*, 2025, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICDSAAI65575.2025.11011903.
- [27] H. Avval and P. Prasad, “Effectiveness of a multilingual generative AI programming chatbot,” in *Computing Education Research*. Springer, 2025, pp. 44–57.
- [28] H. Aulia *et al.*, “Pemanfaatan bot untuk otomatisasi layanan helpdesk akademik,” *Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [29] G. M. S. Himel *et al.*, “MedLingua: A framework for multilingual medical conversational agents,” *MethodsX*, vol. 12, 2024, doi: 10.1016/j.mex.2024.102614.
- [30] M. I. Ismael *et al.*, “Chatbot system for mental health in Bahasa Malaysia,” *J. Integr. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 135–146, 2022.
- [31] A. R. Iyanda *et al.*, “A bilingual chatbot for home appliances control,” 2023.
- [32] K. Kadam *et al.*, “Multilingual information retrieval chatbot,” in *Modern Approaches in ML & Cognitive Science*. Springer, 2022, pp. 107–121, doi: 10.1007/978-3-030-96634-8_10.
- [33] D. N. Safitri *et al.*, “Rancang bangun layanan informasi publik berbasis WhatsApp chatbot,” *Jurnal Ilmu Komputer dan DKV*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [34] S. Karanam *et al.*, “M-Bot: Multilingual chatbot assistance for mine safety,” in *Proc. ICCIGST*, 2024, doi: 10.1109/ICCIGST60741.2024.10717606.
- [35] V. Kasinathan *et al.*, “A customizable multilingual chatbot system for customer support,” *Ann. Emerg. Technol. Comput.*, vol. 5, pp. 51–59, 2021.
- [36] J. K. Sulaiman *et al.*, “Pengembangan aplikasi chat multi-bahasa berbasis NLP translation API,” *Indonesian J. Comput. Sci.*, 2023.
- [37] R. H. Koushal *et al.*, “AI-powered symptom checker chatbot in regional languages,” in *Proc. IEEE IATMSI*, 2025, doi: 10.1109/IATMSI64286.2025.10985720.
- [38] M. Kulkarni *et al.*, “COVIBOT: AI-based chatbot with multilingual voice assistance,” 2020.
- [39] V. D. Lai *et al.*, “ChatGPT beyond English,” *arXiv preprint*, arXiv:2304.05613, 2023.
- [40] M. E. Fauzi and T. Sutabri, “PublicTalk: NLP-based chatbot for digital government services,” *J. Sains Student Research*, vol. 3, no. 2, pp. 426–433, 2025.
- [41] M. Ikhsan *et al.*, “Implementasi chatbot sebagai media informasi universitas,” *Jurnal TMEL*, vol. 4, no. 1, pp. 265–277, 2025.
- [42] A. B. E. Mabrouk *et al.*, “A multilingual African embedding for FAQ chatbots,” *arXiv preprint*, arXiv:2103.09185, 2021.
- [43] R. M. Maora *et al.*, “NLP and CNN-based agricultural chatbot,” *CIPASUNG Techno Journal*, vol. 19, no. 1, 2025.
- [44] W. Maula, “Chatbot for tourism information services,” 2023.
- [45] M. R. Maulana *et al.*, “Chatbot tafsir Al-Qur’an using Chainlit,” *MALCOM*, vol. 5, no. 3, pp. 920–929, 2025.
- [46] M. D. Mayormente *et al.*, “Design and evaluation of a multilingual chatbot for English learning,” in *Proc. ICDSNS*, 2024, doi: 10.1109/ICDSNS62112.2024.10691022.
- [47] B. Mehra and J. Anitha, “Empowering Indian farmers with multilingual AI,” in *Proc. ICC-ROBINS*, 2025.
- [48] J. Mendonça *et al.*, “MEDAL: Benchmarking LLMs as multilingual dialogue evaluators,” *arXiv preprint*, arXiv:2505.22777, 2025.
- [49] I. Mlakar *et al.*, “Multilingual conversational systems for clinical workflows,” *Symmetry*, vol. 13, no. 7, 2021.

- [50] H. Mohiuddin *et al.*, “Multilingual transliteration-based Urdu chatbot,” in *Proc. ICOSST*, 2023, doi: 10.1109/ICOSST60641.2023.10414237.
- [51] G. Munjal *et al.*, “Multilingual virtual healthcare assistant,” *Health Care Science*, vol. 4, no. 4, pp. 281–288, 2025.
- [52] P. Pandey *et al.*, “Secure multilingual chat app with real-time translation,” in *Proc. INCOS*, 2024, doi: 10.1109/INCOS59338.2024.10527706.
- [53] M. Papoutsoglou *et al.*, “A multilingual chatbot for migrants,” 2025.
- [54] D. Patil and A. Barve, “A multilingual iChatbot for voice-based conversation,” Springer, 2022, pp. 439–451.
- [55] J. Pei *et al.*, “Mixture-of-languages routing for multilingual dialogues,” *ACM TOIS*, vol. 42, no. 6, 2024.
- [56] C. Potts *et al.*, “ChatPal: A multilingual mental health chatbot,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 25, 2023, doi: 10.2196/43051.
- [57] G. P. Putra *et al.*, “Virtual assistant chatbot using Node.js,” 2023.
- [58] M. Qalimaturrahmah and D. B. Santoso, “Chatbot akademik berbasis Telegram,” *Jurnal TIK*, vol. 8, no. 2, 2024.
- [59] A. R. Rahman Ramadhan, “Strategi penggunaan chatbot AI dalam pembelajaran bahasa Arab,” 2023.
- [60] J. P. Rainey *et al.*, “Multilingual chatbot for arthroplasty patients,” *J. Arthroplasty*, vol. 38, no. 7, pp. S78–S83, 2023.
- [61] [K. Ralston *et al.*, “Voice interactive multilingual student support system,” 2022.
- [62] A. R. Alvinajmi, “Chatbot Telegram untuk rekomendasi pariwisata,” 2023.
- [63] R. Robet *et al.*, “Perancangan web chatbot multi-bahasa berbasis API,” *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 5, no. 1, pp. 108–119, 2025.
- [64] D. S. *et al.*, “MindMate: Multilingual mental health chatbot,” in *Proc. ICICCS*, 2025, doi: 10.1109/ICICCS65191.2025.10985281.
- [65] M. Sarosa *et al.*, “Implementasi chatbot pembelajaran bahasa Inggris,” *JEPIN*, 2022.
- [66] T. Schlippe and J. Sawatzki, “AI-based multilingual interactive exam preparation,” *LNNS*, vol. 349, pp. 396–408, 2022.
- [67] F. G. Sembiring *et al.*, “Web-based English grammar checker chatbot,” *JITET*, vol. 13, no. 3, 2025.
- [68] S. Shashidhara *et al.*, “Voice-based chatbots for English practice,” 2025, doi: 10.12688/verixiv.1351.1.
- [69] W. Siblini *et al.*, “Multilingual question answering for conversational agents,” *arXiv preprint*, arXiv:1910.04659, 2021.
- [70] A. Susilo *et al.*, “Fine-tuning LLaMA-2-Chat for slang translation chatbot,” *MIND Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 248–260, 2024.
- [71] M. S. J. Sydulu *et al.*, “Voice and text-based healthcare chatbot,” *Int. J. Recent Adv. Eng. Technol.*, 2025.
- [72] D. E. Taşar *et al.*, “Performance trade-offs for BERT-based multilingual chatbots,” *JAIDA*, vol. 1, no. 2, pp. 144–149, 2021.
- [73] K. Thananukhun *et al.*, “Thai chatbot question classification,” in *Proc. KST*, 2023, doi: 10.1109/KST57286.2023.10086784.
- [74] A. Tholib *et al.*, “Optimasi chatbot pengaduan pelayanan publik,” *Jurnal Insand Comtech*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [75] N. T. Tuan *et al.*, “Generative AI using multilingual LLMs,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 7, 2024.
- [76] M. Vanjani *et al.*, “Using a multilingual chatbot for foreign language practice,” *Issues Inf. Syst.*, vol. 21, no. 2, pp. 85–92, 2020.
- [77] A. Vasilevich *et al.*, “Language-agnostic knowledge graphs for multilingual chatbots,” 2022.
- [78] T. Weissflog *et al.*, “Multilingual context-aware chatbots,” Springer, 2024, pp. 3–15.
- [79] H. Yu *et al.*, “Can ChatGPT revolutionize language learning?,” *Eur. J. Educ.*, vol. 60, no. 1, 2025.
- [80] A. Wołk *et al.*, “Multilingual chatbot for e-commerce,” in *PACIS*, 2021.
- [81] P. Garza, “Design and implementation of a multilingual conversational chatbot for HR,” Politecnico di Torino, 2024.
- [82] X. Cao, “Monolingual LLMs in the age of multilingual chatbots,” *boundary 2*, vol. 52, no. 2, pp. 3–27, 2025.
- [83] B. D. Menz *et al.*, “Generative AI chatbots for cancer information,” *Eur. J. Cancer*, vol. 218, 2025, doi: 10.1016/j.ejca.2025.115274.
- [84] I. Faturrahman and P. Setiawati, “AI-based chatbot for CRM,” *JATI*, vol. 9, pp. 4412–4419, 2025.
- [85] D. Herliztyo *et al.*, “English learning chatbot application,” *JATI*, vol. 6, no. 2, pp. 829–834, 2022.
- [86] L. A. S. Kristiyowati *et al.*, “Naive Bayes-based rental chatbot,” *Sainteks*, vol. 22, no. 1, pp. 53–62, 2025.
- [87] D. M. Alfiansyah *et al.*, “Web-based chatbot for university information,” *Bit-Tech*, vol. 7, no. 3, pp. 1068–1077, 2025.

- [88] A. A. Pamungkas *et al.*, “Multilingual dictionary integration for chatbot,” *Edumatic*, 2024.
- [89] B. Santoso *et al.*, “Web-based PPDB chatbot system,” *JATI*, vol. 8, no. 6, pp. 11260–11268, 2024.
- [90] A. Cucus *et al.*, “Academic consultation chatbot,” *Explore J. SISFOTEL*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [91] T. L. M. Suryanto *et al.*, “Transformer models for cultural heritage NLP,” *ASSET*, vol. 7, no. 1, 2025.
- [92] E. D. Wahyuni *et al.*, “Multimodal sarcasm detection,” *J. AI Technol.*, 2025.
- [93] A. Akbar *et al.*, “User experience analysis of KAI Access,” in *Proc. SANTIKA*, 2020.
- [94] A. Pratita *et al.*, “ChatGPT in education,” *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 510–524, 2025.
- [95] J. Devlin *et al.*, “BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding,” in *Proc. NAACL-HLT*, 2019, pp. 4171–4186, doi: 10.18653/v1/N19-1423.
- [96] Y. Liu *et al.*, “Multilingual denoising pre-training for neural machine translation,” *Trans. ACL*, vol. 8, pp. 726–742, 2020, doi: 10.1162/tacl_a_00343.
- [97] A. Conneau *et al.*, “Unsupervised cross-lingual representation learning at scale,” in *Proc. ACL*, 2020, pp. 8440–8451, doi: 10.18653/v1/2020.acl-main.747.
- [98] R. Nugroho *et al.*, “Pengembangan chatbot multibahasa berbasis NLP untuk layanan informasi akademik perguruan tinggi,” *Jurnal RESTI*, vol. 6, no. 3, pp. 512–520, 2022, doi: 10.29207/resti.v6i3.3921.
- [99] A. P. Wibowo *et al.*, “Analisis dan implementasi chatbot multibahasa berbasis transformer untuk layanan publik,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 187–196, 2023.
- [100] D. Kurniawan *et al.*, “Evaluasi usability chatbot multibahasa pada aplikasi pemerintahan digital,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi (JIKI)*, vol. 15, no. 1, pp. 45–54, 2024, doi: 10.21609/jiki.v15i1.1234.
- [101] T. L. M. Suryanto, A. P. Wibawa, H. Hariyono, and A. Nafalski, “Comparative performance of transformer models for cultural heritage in NLP tasks,” *Adv. Sustain. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 1, p. 0250115, 2025, doi: 10.26877/asset.v7i1.1211.
- [102] E. D. Wahyuni, T. L. M. Suryanto, and H. Arviani, “Deep learning multimodal sarcasm detection in social media comments: The role of memes and emojis,” *J. Artif. Intell. Technol.*, 2025, doi: 10.37965/jait.2025.0699.
- [103] A. V. R. Akbar, T. L. M. Suryanto, and E. M. Safitri, “Analisis user experience pengguna aplikasi KAI Access menggunakan metode IPA (studi kasus: masyarakat Surabaya),” in *Proc. Semin. Nas. Informatika Bela Negara (SANTIKA)*, vol. 1, 2020, pp. 181–187, doi: 10.33005/santika.v1i0.61.
- [104] A. Pratita, T. L. M. Suryanto, A. Pratama, and A. Wibowo, “ChatGPT in education: Investigating students’ online learning behaviors,” *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 510–524, 2025, doi: 10.18178/ijiet.2025.15.3.2262.