

Meninjau Perkembangan Teknologi NLP dan LLM dalam Meningkatkan Kualitas Percakapan serta Pemahaman Konteks oleh Chatbot

Kharenina Rizqy Putri Nugroho^{1*}, Cutrin Joy M.T Sihombing², Faiz Ihda Husni Husodo³

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasioal Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 6094; Telp : +62 (031) 807 6372
khareninarizqy@gmail.com, cutrinsihombing@gmail.com, ihdahusni123@gmail.com

Keywords:

Natural Language Processing (NLP); Large Language Model (LLM); Chatbot; Kualitas Percakapan; Pemahaman Konteks; Transformer Architecture; Generative-based / Fine-tuning (RLHF); Skalabilitas Model; Perplexity.

Correspondent Email:

khareninarizqy@gmail.com



Copyright © [JPI](http://www.jpi.uns.ac.id) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstrak. Perkembangan kecerdasan buatan mendorong meningkatnya penggunaan chatbot sebagai media interaksi digital yang lebih cepat, adaptif, dan mudah diakses. Topik ini dipilih karena chatbot semakin berperan dalam layanan informasi, pendidikan, dan berbagai sistem berbasis bahasa alami. Penelitian ini menggunakan pendekatan Grounded Theory Literature Review (GTLR) untuk mengidentifikasi pola tematik dalam literatur dan memahami arah perkembangan chatbot. Melalui proses kategorisasi, penelitian ini menemukan adanya pergeseran dari model NLP konvensional menuju model generatif berskala besar yang mampu menghasilkan respons lebih natural dan kontekstual. Hasil lainnya menunjukkan bahwa sektor pendidikan merupakan domain dengan tingkat pemanfaatan chatbot paling dominan, sementara sektor pemerintahan masih memiliki keterwakilan rendah. Temuan tersebut menggambarkan bahwa adopsi chatbot sangat dipengaruhi oleh kebutuhan dan kesiapan masing-masing sektor. Penelitian ini memberikan pemahaman mengenai perkembangan teknologi chatbot serta ruang penelitian yang masih terbuka untuk implementasi pada bidang yang kurang terwakili.

Abstract. *The development of artificial intelligence has led to the increased use of chatbots as a faster, more adaptive, and more accessible means of digital interaction. This topic was chosen because chatbots are increasingly playing a role in information services, education, and various natural language-based systems. This study uses a Grounded Theory Literature Review (GTLR) approach to identify thematic patterns in the literature and understand the direction of chatbot development. Through a categorization process, this study found a shift from conventional NLP models to large-scale generative models capable of producing more natural and contextual responses. Other results show that the education sector is the domain with the most dominant use of chatbots, while the government sector still has low representation. These findings illustrate that the adoption of chatbots is greatly influenced by the needs and readiness of each sector. This study provides an understanding of the development of chatbot technology and the research space that is still open for implementation in underrepresented fields.*

1. PENDAHULUAN

Dalam satu dekade terakhir, Indonesia mengalami lonjakan pertumbuhan teknologi digital yang sangat pesat. Perkembangan ini ditandai dengan meningkatnya adopsi sistem berbasis kecerdasan buatan pada berbagai sektor layanan, termasuk kesehatan,

pendidikan, bisnis, dan administrasi publik. Transformasi digital tersebut mendorong kebutuhan akan solusi yang mampu menyediakan interaksi cepat, akurat, dan mudah diakses, sehingga memunculkan peran chatbot sebagai salah satu teknologi yang semakin diperhitungkan.

Chatbot berbasis Natural Language Processing (NLP) menjadi salah satu inovasi teknologi yang menarik. Pengembangan awal dimulai pada tahun 1960-an, ketika Joseph Weizenbaum menciptakan ELIZA, sebuah program yang mampu berinteraksi dengan pengguna melalui aturan tertentu. Pada tahun 1990-an, dengan munculnya internet, chatbot dikembangkan sebagai alat interaktif untuk berkomunikasi melalui pesan teks.

Penerapan teknologi komputasi cerdas, termasuk *Machine Learning* dan *Natural Language Processing (NLP)*, semakin banyak digunakan untuk mendukung otomatisasi analisis data ekstraksi informasi, serta pengambilan keputusan. Chatbot mulai menggunakan pemrosesan bahasa alami (NLP) dan analisis sentimen untuk berkomunikasi dengan manusia, baik melalui teks maupun suara.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Chatbot

Chatbot adalah program komputer berbasis kecerdasan AI yang dirancang untuk mensimulasikan percakapan manusia melalui bentuk teks maupun suara. Teknologi ini yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem digital secara instan dan otomatis. Chatbot juga telah menjadi bagian penting sistem komunikasi digital terutama dalam layanan pelanggan, pendidikan dan juga platform interaktif. Namun, efektivitas chatbot sangat bergantung pada kemampuannya memahami bahasa manusia secara alami dan kontekstual.

2.2 Natural Language Processing (NLP)

Natural Language Processing (NLP) adalah bagian dari ilmu kecerdasan tiruan yang digunakan untuk proses suatu tata bahasa yang memungkinkan adanya interaksi antara manusia dengan komputer. Dalam hal ini penulis akan menggunakan metode *top-down parsing* dalam melakukan penelusuran tata bahasa.

2.3. Large Language Model (LLM)

Large Language Model (LLM) adalah

sistem AI yang dirancang untuk memahami, memproses, dan menghasilkan teks secara alami. Model ini dilatih menggunakan miliaran kata dari berbagai sumber seperti buku, artikel, dan situs web agar dapat meniru bahasa manusia dengan akurat. LLM bekerja dengan Natural Language Processing (NLP) dan menggunakan algoritma deep learning untuk mengenali pola dalam teks yang memungkinkan mampu untuk menjawab pertanyaan, menulis artikel, menerjemahkan bahasa, dan bahkan menghasilkan kode pemrograman.

3. Metode Penelitian

Untuk meninjau perkembangan teknologi NLP (*Natural Language Processing*) dan LLM (*Large Language Model*) dalam meningkatkan kualitas percakapan dan pemahaman konteks oleh chatbot, penelitian ini menggunakan metode *Grounded Theory Literature Review*. [1]

Metode ini berasal pada pendekatan *Grounded Theory* [2], yakni sebuah metode penelitian kualitatif yang bertujuan untuk membangun teori secara induktif dari data empiris. [3]Metode GTLR memanfaatkan isi artikel yang direview sebagai material empiris yang dianalisis untuk mengidentifikasi tema dan pola terkait pengembangan chatbot, NLP, dan LLM. Dengan pendekatan ini, literatur dianalisis secara induktif, sehingga dapat menyingkap tren, metode, dan gap penelitian yang relevan dengan perkembangan AI modern.

3.1 Kriteria Kelayakan Artikel

Beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan kelayakan suatu artikel sebagai literatur, yaitu:

- i. Artikel harus merupakan penelitian asli yang telah dipelajari.
- ii. Artikel yang ditinjau berasal dari dari jurnal yang memiliki reputasi antara tahun 2018-2025.
- iii. Artikel bertujuan untuk menganalisis pengembangan chatbot menggunakan teknologi Natural Language Processing (NLP) dan Large Language Model (LLM).

3.2 Prosedur Seleksi dan Analisis Literatur

3.2.1 Penyaringan Literatur

Proses pencarian dimulai dengan kata kunci utama: “Chatbot AI”, “Chatbot dengan metode Natural Language Processing (NLP)”, dan “Chatbot dengan metode Large Language Model (LLM)”. Hasil awal disaring lewat judul dan abstrak untuk mengecek relevansi, lalu artikel terpilih dianalisis mendalam dengan menelaah keseluruhan isi untuk memastikan kontribusi dan kecocokan terhadap studi.

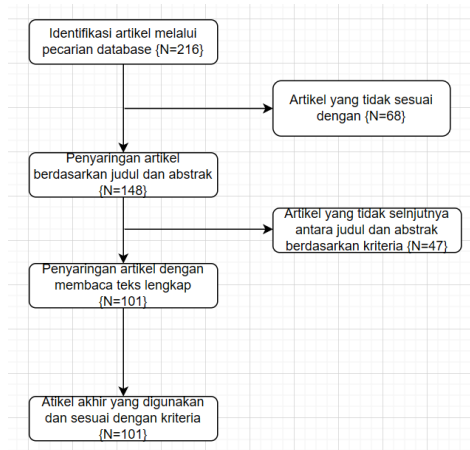


Diagram 1. Penyaringan Literatur

3.2.2 Ekstraksi Data Kunci dan Pengantar Hasil

Tahun	Jumlah
2018	[4]
2019	[5]
2020	[6]
2021	[7], [8], [9]
2022	[10], [11]
2023	[12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22] [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36],
2024	[37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62] [63], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75],
2025	[76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100], [101]

Table 1. Distribusi Artikel Berdasarkan Tahun Publikasi

Analisis terhadap distribusi penelitian memperlihatkan bahwa kajian mengenai chatbot berbasis AI dan NLP mengalami perkembangan yang semakin intens dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahap awal, penelitian mengenai topik ini masih terbatas dan belum memperoleh perhatian luas. Namun, dalam periode berikutnya mulai terlihat peningkatan yang signifikan, ditandai dengan semakin beragamnya penelitian yang mengeksplorasi pemanfaatan teknik pemrosesan bahasa alami dan kecerdasan buatan dalam sistem percakapan. Konsistensi tersebut menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini terus menjadi perhatian penting dalam komunitas akademik, sekaligus mencerminkan relevansi yang berkelanjutan terhadap kebutuhan sistem interaksi yang lebih adaptif dan kontekstual.

Sektor	Jumlah
Pendidikan	30
Kesehatan	29
Teknologi	15
Layanan	14
E-Commerce	8
Agama	5
Industri	3

Table 2. Distribusi Artikel Berdasarkan Sektor Chatbot

Analisis distribusi artikel menunjukkan bahwa sektor pendidikan menjadi fokus terbesar dalam penelitian chatbot, disusul sektor kesehatan yang banyak membahas layanan informasi medis dan efisiensi pelayanan. Sebaliknya, sektor pemerintahan paling jarang dibahas, mengindikasikan masih adanya keterbatasan kebutuhan, infrastruktur, atau regulasi. Variasi ini memperlihatkan bahwa konteks operasional tiap sektor memengaruhi tingkat adopsi dan pengembangan chatbot berbasis AI dan NLP.

Kategori	Sub Kategori	Jumlah
	GPT Series	23
LLM	LLM (Others)	17
	Gemini / Bard	5
NLP	BERT Family	8
Total		23

Table 3. Distribusi Artikel Berdasarkan Engine

Analisis distribusi engine menunjukkan bahwa model LLM—terutama keluarga GPT—mendominasi pengembangan chatbot karena kemampuan konteks dan generasi bahasanya yang lebih adaptif. Model NLP klasik seperti BERT tetap digunakan pada studi yang membutuhkan representasi bahasa yang lebih stabil. Sementara itu, engine komersial seperti Bard muncul dalam jumlah kecil, menandakan pemanfaatannya di ranah akademik masih terbatas. Pola ini memperlihatkan pergeseran menuju model generatif skala besar sebagai fondasi utama chatbot modern.

Sumber Publikasi	Kemunculan
REPOSITORY Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau	5
Natural Language Processing Journal	4
Procedia Computer Science	3
Jurnal ICTEE	3
JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)	2
Repository POLITEKNIK NEGERI BALI	2
Telematics and Informatics Report	2
Repository Nusa Putra University	2
Journal of Information System Management (JOISM)	2
Scientific African	1
Jurnal Ilmiah Komputasi	1
Jurnal Comasie	1
Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence	1
System	1
Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi	1
Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science	1
Repository Universitas Putra Indonesia	1
International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST)	1

Jurnal Sains Student Research	1
Repository UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA KALIMANTAN SELATAN	1
Informatics and Artificial Intelligence Journal	1
The Indonesian Journal of Computer Science	1
Interdisciplinary Approaches in Technology and Management for Social Innovation (IATMSI)	1
International Journal of Web Based Communities	1
JMIR Bioinformatics and Biotechnology	1
Communications in Computer and Information Science	1
International Journal of Advanced Computer Science and Applications	1
repository Texas ScholarWorks	1
Veri Bilim Derg	1
CSUSB ScholarWorks	1
Journal of the Association for Surgical Education	1
IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom)	1
Association for Computing Machinery	1

Computer, Materials, and Continua	1	Journal of Dentistry	1
Intelligent Systems with Applications	1	Computers and Education: Artificial Intelligence	1
EJVES Vascular Forum	1	Journal of Medical Internet Research	1
Epilepsy & Behavior Reports	1	Computers and Composition	1
Information Fusion	1	JMIR Medical Education	1
SoftwareX	1	Trends in Anaesthesia and Critical Care	1
Journal of Web Semantics	1	Research Methods in Applied Linguistics	1
REPOSITORY UNNISULA	1	JMIR Human Factor	1
POTERS: Proceedings of Technology, Engineering and Computers	1	Artificial Intelligence and Industry 4.0	1
Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya	1	Jurnal Intelligence-Based Medicine	1
Journal TIFDA (Technology Information and Data Analytic)	1	International Journal of Robotics and Control Systems (IJRCS)	1
Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan	1	jurnal Frontiers in Digital Health (Frontiers Media)	1
Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi	1	JMIR Cancer	1
JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA	1	Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)	1
Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (JAISE)	1	JICTE (Journal of Information and Computer Technology Education)	1
Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi	1	Jurnal JTIK	1
Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)	1	JOISM (Journal of Information System Management)	1
Jurnal Ilmiah ILKOMINFO	1	JMIR Mhealth and Uhealth	1
IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi	1	Bulletin of Computer Science Research	1
JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)	1	Jurnal Comasie	1
JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)	1	Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery	1
MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal	1	iScience (Elsevier)	1
Journal of Supply Chain and Entrepreneurship	1	Journal of Retailing and Consumer Services (Elsevier)	1
Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak	1	Journal of Pediatric Urology	1
Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech)	1	International Journal of Information Management Data Insights (Elsevier)	1
Future Generation Computer Systems	1	POTERS: Proceedings of Technology, Engineering and Computers, Universitas Buddhi Dharma	1
Science of Computer Programming	1	Heliyon (Elsevier)	1
		REPOSITORY Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Syarif Riau	1

Table 4. Distribusi Artikel Berdasarkan Sumber Publikasi

Penelusuran literatur menunjukkan bahwa penelitian tentang chatbot berbasis AI dan NLP cukup aktif. Repository UIN Sultan Syarif Kasim Riau menjadi sumber terbanyak dengan lima publikasi, diikuti Natural Language Processing Journal dengan empat artikel terkait pengembangan chatbot dan teknik NLP. Pola ini menggambarkan arah dan konsistensi penelitian chatbot dalam beberapa tahun terakhir.

Pendekatan Chatbot	Model Data	Jumlah
Generative based	GPT-2, GPT-3, GPT-3.5, GPT-4, ChatGPT-4o, Gemini, Bard, Llama, Generative AI, LoRA/QLoRA	42

Retrieval-based	RAG, Semantic Search, Qdrant	10
Hybrid (Generative + Retrieval)	GPT + RAG, LLM + RAG, LangChain, LLM + Semantic Search	14
Rule-based / NLP-classic	BERT, NLP, NER, claim detection, Sentence Transformer	25
LLM-based Framework / Fine-tuning	LLM, LLMs, Model-based framework, Fine-tuning	10
Total		101

Table 5. Distribusi berdasarkan Metode Pendekatan Chatbot

Distribusi metode menunjukkan bahwa pendekatan *generative-based* menjadi pilihan utama dalam pengembangan chatbot modern. Pendekatan lain seperti *retrieval-based*, *hybrid*, serta *rule-based/ NLP* klasik tetap digunakan pada beberapa studi, tergantung kebutuhan sistem dan kompleksitas perancangan. Sementara itu, pendekatan berbasis LLM *framework* dan *fine-tuning* mendapatkan perhatian tersendiri karena kemampuannya menyesuaikan model dengan konteks aplikasi tertentu. Pola ini menegaskan bahwa penelitian saat ini bergerak menuju metode yang lebih adaptif, fleksibel, dan kontekstual.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

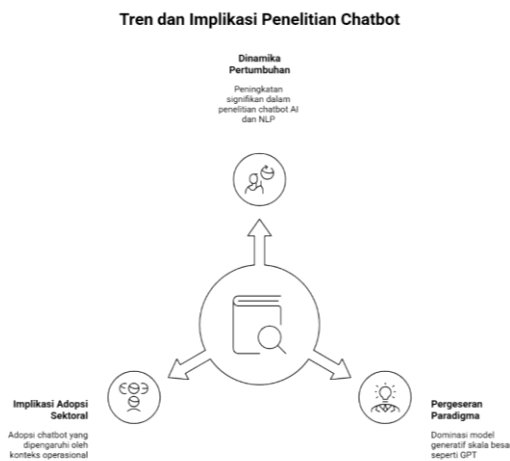


Diagram 2. Tren dan Implikasi Penelitian Chatbot

4.1 Dinamika Pertumbuhan Kajian

Kajian literatur menunjukkan bahwa penelitian terkait chatbot berkembang menuju fokus yang lebih aplikatif. Pergeseran tersebut tampak dari meningkatnya perhatian terhadap kemampuan chatbot dalam mendukung interaksi yang adaptif dan relevan dalam berbagai konteks layanan.

4.2 Pergeseran Paradigma Teknologi

Analisis tematik menampilkan transisi yang jelas dari penggunaan pendekatan NLP konvensional menuju pemanfaatan model generatif berbasis transformer. Kajian yang membandingkan performa Flan-T5 dan mT5

menegaskan bahwa model generatif memiliki keunggulan dalam memproses konteks dan menghasilkan respons yang lebih kohesif[102]. Pola ini konsisten dengan pergeseran dalam literatur chatbot, yang semakin mengutamakan model berskala besar karena kapasitasnya dalam menangani struktur bahasa yang kompleks.

4.3 Implikasi Adopsi Sektoral dan Identifikasi Gap

Literatur memperlihatkan bahwa sektor pendidikan merupakan domain yang paling banyak memanfaatkan chatbot, terutama untuk mendukung layanan informasi dan aktivitas akademik. Hal ini sejalan dengan temuan dari UPN “Veteran” Jawa Timur, yang menunjukkan bahwa alat berbasis AI membantu penyediaan informasi, umpan balik, dan kebutuhan administratif di lingkungan kampus[103].

Sementara itu, sektor pemerintahan mendapatkan perhatian yang lebih rendah, yang menunjukkan adanya hambatan spesifik terkait regulasi, kesiapan infrastruktur, maupun sensitivitas data.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan chatbot bergerak menuju pendekatan yang lebih adaptif dan berfokus pada kualitas interaksi. Pergeseran menuju model generatif menandai kebutuhan akan sistem yang mampu memahami konteks dan merespons secara lebih alami.

Temuan lain memperlihatkan bahwa pendidikan menjadi sektor yang paling banyak memanfaatkan chatbot, sedangkan sektor pemerintahan masih minim penerapan sehingga membuka peluang eksplorasi lebih lanjut. Secara keseluruhan, pola yang muncul mengindikasikan bahwa pemanfaatan chatbot sangat dipengaruhi oleh kebutuhan dan kesiapan tiap lingkungan pengguna.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan jurnal ini. Penghargaan khusus diberikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, serta evaluasi yang sangat membantu selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada para penulis dan peneliti lain yang turut berkontribusi melalui referensi ilmiah yang memperkaya kualitas penelitian. Tidak lupa, ucapan terima kasih ditujukan kepada pihak-pihak terkait yang telah menyediakan data, fasilitas, dan berbagai bentuk dukungan lainnya.

Semoga segala kontribusi dan bantuan yang telah diberikan menjadi bagian berharga dalam pengembangan penelitian ini serta memberi manfaat bagi keberlanjutan karya ilmiah di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. F. Wolfswinkel, E. Furtmueller, and C. P. M. Wilderom, "Using grounded theory as a method for rigorously reviewing literature," *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 22, no. 1, pp. 45–55, 2013, doi: 10.1057/ejis.2011.51.
- [2] B. G. Glaser and A. L. Strauss, *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. 2017. doi: 10.4324/9780203793206.
- [3] E. Brink, L. Dellve, U. Hallberg, K. H. Abrahamsson, G. Klingberg, and K. Wentz, *Constructing grounded theory. A practical guide through qualitative analysis*, vol. 1, no. 3. 2006. doi: 10.3402/qhw.v1i3.4932.
- [4] T. Lalwani, S. Bhalotia, A. Pal, V. Rathod, and S. Bisen, "Implementation of a Chatbot System using AI and NLP," *SSRN Electron. J.*, 2021, doi: 10.2139/ssrn.3531782.
- [5] M. Poongodi, V. Vijayakumar, L. Ramanathan, X. Z. Gao, V. Bhardwaj, and T. Agarwal, "Chat-bot-based natural language interface for blogs and information networks," *Int. J. Web Based Communities*, vol. 15, no. 2, pp. 178–195, 2019, doi: 10.1504/IJWBC.2019.101048.
- [6] A. Y. Chandra, D. Kurniawan, and R. Musa, "Perancangan Chatbot Menggunakan Dialogflow Natural Language Processing (Studi Kasus: Sistem Pemesanan pada Coffee Shop)," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 208, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1505.
- [7] S. Mulyatun, H. Utama, and A. Mustopa, "Pendekatan Natural Language Processing Pada Aplikasi Chatbot Sebagai Alat Bantu Customer Service," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 3, no. 1, pp. 12–17, 2021, doi: 10.24076/joism.2021v3i1.404.
- [8] H. Lee, J. Kang, and J. Yeo, "Medical specialty recommendations by an artificial intelligence chatbot on a smartphone: Development and deployment," *J. Med. Internet Res.*, vol. 23, no. 5, 2021, doi: 10.2196/27460.
- [9] S. Locke, A. Bashall, S. Al-Adely, J. Moore, A. Wilson, and G. B. Kitchen, "Natural language processing in medicine: A review," *Trends Anaesth. Crit. Care*, vol. 38, pp. 4–9, 2021, doi: 10.1016/j.tacc.2021.02.007.
- [10] A. A. Chandra, V. Nathaniel, F. R. Satura, and F. D. Adhinata, "Pengembangan Chatbot Informasi Mahasiswa Berbasis Telegram dengan Metode Natural Language Processing," *J. ICTEE*, vol. 3, no. 1, p. 20, 2022, doi: 10.33365/jictee.v3i1.1886.
- [11] S. V. Bhoir, S. R. Patil, and I. Y. Mogul, "Person-based automation with artificial intelligence Chatbots: A driving force of Industry 4.0," *Artif. Intell. Ind. 4.0*, vol. 1–2, pp. 215–244, 2022, doi: 10.1016/B978-0-323-88468-6.00003-6.
- [12] T. L. M. Suryanto, A. P. Wibawa, Hariyono, and A. Nafalski, "Evolving Conversations: A Review of Chatbots and Implications in Natural Language Processing for Cultural Heritage Ecosystems," *Int. J. Robot. Control Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 955–1006, 2023, doi: 10.31763/ijrcs.v3i4.1195.
- [13] K. Pushpanathan *et al.*, "Popular large language model chatbots' accuracy, comprehensiveness, and self-awareness in answering ocular symptom queries," *iScience*, vol. 26, no. 11, 2023, doi: 10.1016/j.isci.2023.108163.
- [14] M. Li and R. Wang, "Chatbots in e-commerce: The effect of chatbot language style on customers' continuance usage intention and attitude toward brand," *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 71, 2023, doi: 10.1016/j.jretconser.2022.103209.
- [15] J. K. Kim, M. Chua, M. Rickard, and A.

- [32] V. Kumar *et al.*, “Large-Language-Models (LLM)-Based AI Chatbots: Architecture, In-Depth Analysis and Their Performance Evaluation,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 2027 CCIS, pp. 237–249, 2024, doi: 10.1007/978-3-031-53085-2_20.
- [33] T. T. Tin, S. Y. Xuan, W. M. Ee, L. K. Tiung, and A. Aitizaz, “Interactive ChatBot for PDF Content Conversation Using an LLM Language Model LLM-Based PDF ChatBot,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, no. 9, pp. 1033–1039, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.01509105.
- [34] V. Singh, “Exploring the role of large language model (LLM)-based chatbots for human resources,” 2023, [Online]. Available: <https://repositories.lib.utexas.edu/items/b83506d4-f5ab-4ac3-8451-67e93fa89cec>
- [35] N. Faysal, “an Empirical Study on the Efficacy of Llm-Powered an Empirical Study on the Efficacy of Llm-Powered Chatbots in Basic Information Retrieval Tasks Chatbots in Basic Information Retrieval Tasks,” 2024, [Online]. Available: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/etdhttps://scholarworks.lib.csusb.edu/etd/1938>
- [36] C. Silvestri *et al.*, “Evaluation of a novel large language model (LLM)-powered chatbot for oral boards scenarios,” *Glob. Surg. Educ. - J. Assoc. Surg. Educ.*, vol. 3, no. 1, 2024, doi: 10.1007/s44186-024-00303-z.
- [37] S. Montagna *et al.*, “LLM-based Solutions for Healthcare Chatbots: a Comparative Analysis,” *2024 IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun. Work. other Affil. Events, PerCom Work. 2024*, pp. 346–351, 2024, doi: 10.1109/PerComWorkshops59983.2024.10503257.
- [38] J. Salminen *et al.*, “Using Cipherbot: An Exploratory Analysis of Student Interaction with an LLM-Based Educational Chatbot,” *L@S 2024 - Proc. 11th ACM Conf. Learn. @ Scale*, pp. 279–283, 2024, doi: 10.1145/3657604.3664690.
- [39] B. Alsafari, E. Atwell, A. Walker, and M. Callaghan, “Towards effective teaching assistants: From intent-based chatbots to LLM-powered teaching assistants,” *Nat. Lang. Process. J.*, vol. 8, p. 100101, 2024, doi: 10.1016/j.nlp.2024.100101.
- [40] S. Vidivelli, M. Ramachandran, and A. Dharunbalaji, “Efficiency-Driven Custom Chatbot Development: Unleashing LangChain, RAG, and Performance-Optimized LLM Fusion,” *Comput. Mater. Contin.*, vol. 80, no. 2, pp. 2423–2442, 2024, doi: 10.32604/cm.2024.054360.
- [41] P. Upadhyay, R. Agarwal, S. Dhiman, A. Sarkar, and S. Chaturvedi, “A comprehensive survey on answer generation methods using NLP,” *Nat. Lang. Process. J.*, vol. 8, p. 100088, 2024, doi: 10.1016/j.nlp.2024.100088.
- [42] I. A. Zahid *et al.*, “Unmasking large language models by means of OpenAI GPT-4 and Google AI: A deep instruction-based analysis,” *Intell. Syst. with Appl.*, vol. 23, 2024, doi: 10.1016/j.iswa.2024.200431.
- [43] R. Rocha-Silva *et al.*, “The potential of large language model chatbots for application to epilepsy: Let’s talk about physical exercise,” *Epilepsy Behav. Reports*, vol. 27, 2024, doi: 10.1016/j.ebr.2024.100692.
- [44] R. Alshahoomi, S. Alameri, S. Alfalasi, and F. Al-Obeidat, “The Role of Natural Language Processing in Abstract Dataset to Improve Virtual Assistant Devices,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 257, pp. 1021–1026, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2025.03.132.
- [45] S. H. Alqaidi, S. M. Albugami, W. S. Alzahrani, S. Badri, and A. Wali, “Network-integrated medical chatbot for enhanced healthcare services,” *Telemat. Informatics Reports*, vol. 15, 2024, doi: 10.1016/j.teler.2024.100153.
- [46] Supriyono, A. P. Wibawa, Suyono, and F. Kurniawan, “Advancements in natural language processing: Implications, challenges, and future directions,” *Telemat. Informatics Reports*, vol. 16, 2024, doi: 10.1016/j.teler.2024.100173.
- [47] S. Pokhrel, “Sistem Chatbot Sebagai Layanan Informasi Kesehatan Mental Pada Remaja Menggunakan Metode Large Language Model (Llm),” *Dr. Diss. Univ. Islam Sultan Agung Semarang*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [48] S. Elysia and Herianto, “Chatbot Berbasis Retrieval Augmented Generation (RAG) untuk Peningkatan Layanan Informasi Sekolah,” *J. TIFDA (Technology Inf. Data Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 52–58, 2024, doi: 10.70491/tifda.v1i2.52.
- [49] E. D. Saputra, N. S. Harahap, J. Jasril, and Y. Yusra, “Question Answering Al-Qur’an Menggunakan Generative Pre-Trained Transformer 3.5 Berbasis Chatbot Telegram,” *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 13, no. 1, p. 550, 2024, doi: 10.35889/jutisi.v13i1.1879.
- [50] D. MILASANTI, “Sistem Chatbot Berbasis Large Language Model (Llm) Dan Retrieval Augmented Generation (Rag) Pada Artikel Ilmiah Garuda Kemdikbud,” *Ayan*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.

- [51] Ibrahim Ahmad Assegaf *et al.*, “Pengembangan Chatbot Konsultasi Kesehatan Mental Kesehatan Mental Berbasis Open Ai Model Gpt-3.5 Turbo Menggunakan Media Whatsapp,” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 6, no. 4, pp. 785–793, 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i4.4749.
- [52] I. Pujiono, I. M. Agtyaputra, and Y. Ruldeviyani, “Implementing Retrieval-Augmented Generation and Vector Databases for Chatbots in Public Services Agencies Context,” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 10, no. 1, pp. 216–223, 2024, doi: 10.33480/jitk.v10i1.5572.
- [53] A. S. Prihatinoto, N. Safaat Harahap, M. Irsyad, and I. Iskandar, “Question Answering System Tafseer Ibnu Katsir Using Large Language Models,” *J. Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–79, 2024.
- [54] S. Rahayu, N. S. Harahap, S. Agustian, and P. Pizaini, “Penerapan Teknologi LangChain pada Question Answering System Fikih Empat Madzhab,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 974–983, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i3.1397.
- [55] A. SUSILO, V. CHRISTANTI, and M. D. LAURO, “Fine-Tuning LLaMA-2-Chat untuk ChatBot Penerjemah Bahasa Gaul menggunakan LoRA dan QLoRA,” *MIND J.*, vol. 9, no. 2, pp. 248–260, 2024, doi: 10.26760/mindjournal.v9i2.248-260.
- [56] “Integration of Qdrant Vector Database and DeepSeek AI for Automated Chatbots on E-Commerce Applications,” 2024.
- [57] T. Hidayat, “Implementasi Pencarian Semantik Dalam Tafsir Al-Quran Dengan Algoritma Cosine Similarity Dan Large Language Models,” 2024.
- [58] G. Daniel and J. Cabot, “Applying model-driven engineering to the domain of chatbots: The Xatkit experience,” *Sci. Comput. Program.*, vol. 232, 2024, doi: 10.1016/j.scico.2023.103032.
- [59] R. Rokhshad, P. Zhang, H. Mohammad-Rahimi, V. Pitchika, N. Entezari, and F. Schwendicke, “Accuracy and consistency of chatbots versus clinicians for answering pediatric dentistry questions: A pilot study,” *J. Dent.*, vol. 144, 2024, doi: 10.1016/j.jdent.2024.104938.
- [60] L. Cónego, R. Pinto, and G. Gonçalves, “Digital Transformation in Manufacturing: The Synergy of Chatbots and Tailored Gamification Strategies,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 237, pp. 171–178, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.05.093.
- [61] M. Van Poucke, “ChatGPT, the perfect virtual teaching assistant? Ideological bias in learner-chatbot interactions,” *Comput. Compos.*, 2024, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S8755461524000471>
- [62] A. O. Thunström, H. K. Carlsen, L. Ali, T. Larson, A. Hellström, and S. Steingrimsson, “Usability Comparison Among Healthy Participants of an Anthropomorphic Digital Human and a Text-Based Chatbot as a Responder to Questions on Mental Health: Randomized Controlled Trial,” *JMIR Hum. Factors*, vol. 11, 2024, doi: 10.2196/54581.
- [63] C. Ouaddi *et al.*, “Assessing the effectiveness of large language models for intent detection in tourism chatbots: A comparative analysis and performance evaluation,” *Sci. African*, vol. 28, 2025, doi: 10.1016/j.sciaf.2025.e02649.
- [64] M. Magnini, G. Aguzzi, and S. Montagna, “Open-source small language models for personal medical assistant chatbots,” *Intell. Med.*, vol. 11, 2025, doi: 10.1016/j.ibmed.2024.100197.
- [65] A. Kovari, “Explainable AI chatbots towards XAI ChatGPT: A review,” *Heliyon*, vol. 11, no. 2, 2025, doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e42077.
- [66] J. C. L. Chow and K. Li, “Developing Effective Frameworks for Large Language Model-Based Medical Chatbots: Insights From Radiotherapy Education With ChatGPT,” *JMIR Cancer*, vol. 11, 2025, doi: 10.2196/66633.
- [67] M. Farid Faqih, W. Lestari, and M. Muhtarom, “Pengembangan Arsitektur Chatbot untuk Layanan Informasi Akademik Berbasis Natural Language Processing (NLP),” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 284–289, Jul. 2025, doi: 10.47701/xdfspq49.
- [68] J. Chen *et al.*, “Natural Language Processing Chatbot-Based Interventions for Improvement of Diet, Physical Activity, and Tobacco Smoking Behaviors: Systematic Review,” *JMIR mHealth uHealth*, vol. 13, 2025, doi: 10.2196/66403.
- [69] A. K. Umam, E. Wijayanti, and A. A. Chamid, “Penerapan NLP Pada Chatbot Telegram Untuk Informasi SeputarHandphone,” *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 329–339, 2025, [Online]. Available: <https://hostjournals.com/bulletincsr>
- [70] B. Wijaya and A. Indrati, “Implementasi Chatbot Dalam Sistem E-Commerce Menggunakan Natural Language Processing Dengan Metode Extreme Programming,” *J.*

- Ilm. Komputasi*, vol. 24, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.32409/jikstik.24.2.3806>.
- [71] F. Young, “Perancangan Dan Implementasi Chatbot Berbasis Natural Language Processing Untuk Rekomendasi Laptop,” *J. Comasie*, vol. 12, no. 01, 2025.
- [72] D. Steybe *et al.*, “Evaluation of a context-aware chatbot using retrieval-augmented generation for answering clinical questions on medication-related osteonecrosis of the jaw,” *J. Cranio-Maxillofacial Surg.*, vol. 53, no. 4, pp. 355–360, 2025, doi: [10.1016/j.jcms.2024.12.009](https://doi.org/10.1016/j.jcms.2024.12.009).
- [73] “Pengembangan Chatbot Berbasis Large Language Models Untuk Rekomendasi Spesifikasi Gearmotor Pada Industri Manufaktur di PT. XYZ,” 2025.
- [74] M. A. Hasbi, R. Imanda, and M. Fathan Fauzan, “Implementasi Chatbot Berbasis Large Language Model Untuk Pencarian Skripsi Mahasiswa Terintegrasi dengan Whatsapp,” *Arcitech J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 148–167, 2025, doi: [10.29240/arcitech.v5i1.13974](https://doi.org/10.29240/arcitech.v5i1.13974).
- [75] M. A. Qaulan, Wahyuni, and P. Adytia, “Pengembangan Chatbot Berbasis AI untuk Mendukung Pelayanan Perpustakaan,” *J. Teknol. Inf. Komunikasi (TEMATIK)*, vol. 12, pp. 23–30, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.plb.ac.id/index.php/tematik/index>
- [76] F. Alafari, M. Driss, and A. Cherif, “Advances in natural language processing for healthcare: A comprehensive review of techniques, applications, and future directions,” *Comput. Sci. Rev.*, vol. 56, 2025, doi: [10.1016/j.cosrev.2025.100725](https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2025.100725).
- [77] M. Erlangga Fauzi and Tata Sutabri, “PublicTalk: Sistem Chatbot Pintar Berbasis Natural Language Processing untuk Layanan Pemerintahan Digital,” *J. Sains Student Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 426–433, 2025, doi: [10.61722/jssr.v3i2.4325](https://doi.org/10.61722/jssr.v3i2.4325).
- [78] N. Shrivastava, P. Tewari, S. Sujatha, S. R. Bogireddy, N. Varshney, and V. Sharma, “Natural Language Processing for Conversational AI: Chatbots and Virtual Assistants,” *2025 IEEE Int. Conf. Interdiscip. Approaches Technol. Manag. Soc. Innov. IATMSI 2025*, 2025, doi: [10.1109/IATMSI64286.2025.10984818](https://doi.org/10.1109/IATMSI64286.2025.10984818).
- [79] M. R. Febriansyah, G. Boy Hertantyo, and W. Wilonotomo, “Implementasi Chatbot Sebagai Virtual Assistant: Systematic Literature Review,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 4, pp. 6161–6168, 2025, doi: [10.36040/jati.v9i4.13876](https://doi.org/10.36040/jati.v9i4.13876).
- [80] A. Fajri Ardana, R. Sunara Akbar, and O. Martadireja, “Systematic Literature Review Dengan Metode Prisma: Pemanfaatan Chatbot,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 4507–4514, 2025, doi: [10.36040/jati.v9i3.13703](https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13703).
- [81] S. U. Singh and A. S. Namin, “A survey on chatbots and large language models: Testing and evaluation techniques,” *Nat. Lang. Process. J.*, vol. 10, p. 100128, 2025, doi: [10.1016/j.nlp.2025.100128](https://doi.org/10.1016/j.nlp.2025.100128).
- [82] K. Du, Y. Zhao, R. Mao, F. Xing, and E. Cambria, “Natural language processing in finance: A survey,” *Inf. Fusion*, vol. 115, 2025, doi: [10.1016/j.inffus.2024.102755](https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102755).
- [83] M. S. Salim, S. I. Hossain, T. Jalal, D. K. Bose, and M. J. I. Basher, “LLM based QA chatbot builder: A generative AI-based chatbot builder for question answering,” *SoftwareX*, vol. 29, 2025, doi: [10.1016/j.softx.2024.102029](https://doi.org/10.1016/j.softx.2024.102029).
- [84] E. Lavrinovics, R. Biswas, J. Bjerva, and K. Hose, “Knowledge Graphs, Large Language Models, and Hallucinations: An NLP Perspective,” *J. Web Semant.*, vol. 85, 2025, doi: [10.1016/j.websem.2024.100844](https://doi.org/10.1016/j.websem.2024.100844).
- [85] “Pengembangan Chatbot WhatsApp Menggunakan Otomatisasi AI untuk Meningkatkan Layanan Informasi Pemerintahan,” 2025.
- [86] T. Q. Ramadhani, N. Q. Nada, and N. D. S., “Penerapan Metode Retrieval-Augmented Generation (RAG) Pada Chatbot E-Commerce Berbasis Gemini Ai,” *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 301–313, 2025, doi: [10.47324/ilkominfo.v8i2.384](https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v8i2.384).
- [87] T. Helviansyah, N. S. Harahap, M. Irsyad, and B. S. Negara, “Sistem Tanya Jawab Berbasis Chatbot Website Menggunakan Gemini Ai Pada Data Fiqih Kontemporer,” *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–47, 2025, doi: [10.24076/joism.2025v7i1.2082](https://doi.org/10.24076/joism.2025v7i1.2082).
- [88] “Pemanfaatan chatbot untuk informasi pendaftaran calon mahasiswa baru di perguruan tinggi,” 2025.
- [89] “Sistem Informasi Manajemen Permintaan Klien dengan Integrasi Chatbot di PT Timedoor Indonesia,” 2025.
- [90] N. Rahman, N. S. Harahap, and M. Affandes, “Implementasi Langchain dan Large Language Models Dalam Automatic Question Generation Untuk Computer Assisted Test,” *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 434–446, 2025, [Online]. Available: <https://hostjournals.com/bulletincsr>
- [91] “IMPLEMENTASI PENCARIAN SEMANTIK DAN LARGE LANGUANGE MODELS DALAM PENERAPAN

- PENCARIAN HUKUM BERDASARKAN UNDANG-UNDANG,” 2025.
- [92] “Optimization of AI Usage in Learning Materials Application of Prompt Engineering Techniques for Learning Management Systems (LMS),” 2025.
- [93] S. Syaifullah and W. N. Noorahim, “Harnessing NLP and Big Data to Solve Linguistic Challenges in Indonesian Humanoid Robots: Pathways to Innovation and Entrepreneurship,” *J. Supply Chain Entrep.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–52, 2025, doi: 10.64268/josce.v1i2.35.
- [94] A. NURINAYAH, “... Fine-Tuning Untuk Prediksi Kalimat Solusi Dari Kalimat Masalah Pada Artikel Ilmiah Menggunakan Model Large Language Models ...,” 2025, [Online]. Available: [http://repository.unissula.ac.id/40030/%0Ahttp://repository.unissula.ac.id/40030/1/Teknik Informatika_32602100020_fullpdf.pdf](http://repository.unissula.ac.id/40030/%0Ahttp://repository.unissula.ac.id/40030/1/Teknik%20Informatika_32602100020_fullpdf.pdf)
- [95] T. Tanwir, K. Hidjah, and D. Susilowati, “Implementasi Konsultasi Stunting Balita Menggunakan Large Language Models (LLMs),” *Reputasi J. Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 6, no. 1, pp. 13–20, 2025, doi: 10.31294/reputasi.v6i1.8961.
- [96] K. Haqiq, M. V. Jahan, S. A. Farimani, and S. M. F. Masoom, “MinCache: A hybrid cache system for efficient chatbots with hierarchical embedding matching and LLM,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 170, 2025, doi: 10.1016/j.future.2025.107822.
- [97] B. Li, Y. L. Tan, C. Wang, and V. Lowell, “Two years of innovation: A systematic review of empirical generative AI research in language learning and teaching,” *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 9, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100445.
- [98] L. R. Hidayat, I. G. P. S. Wijaya, and R. Dwiyanaputra, “Optimalisasi Layanan Sistem Informasi Mahasiswa Dengan Integrasi Telegram: Chatbot Retrieval-Augmented-Generation Berbasis Large Language Model,” *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTika)*, vol. 7, no. 1, pp. 121–131, 2025, doi: 10.29303/jtika.v7i1.459.
- [99] G. D. Albert and A. Voutama, “Pengembangan Chatbot Berbasis Pdf Menggunakan Local Retrieval-Augmented Generation (Rag) Dan Ollama,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6361.
- [100] M. Saidi Rahman, F. Ekawati, Y. Indra Wijaya, and U. Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, “CHATBOT AI SEBAGAI MEDIA PENCARIAN INFORMASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE LARGE LANGUAGE MODELS (LLM) Ai Chatbot As A Media For Searching Information With Natural Language Processing Methods,” *J. Sains Komput. dan Teknol. Inf. e-issn*, vol. 7, no. 2, 2025.
- [101] H. S. Joshi and H. Taherdoost, “Developing Natural Language Processing Algorithms to Fact-Check Speech or Text,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 258, pp. 2343–2351, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.04.497.
- [102] T. Lathif, M. Suryanto, A. P. Wibawa, and A. Nafalski, “Comparative Performance of Transformer Models for Cultural Heritage in NLP Tasks,” vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2025.
- [103] T. Lathif, M. Suryanto, A. P. Wibawa, A. Nafalski, and H. Shili, “A STIN Model Adoption for Chatbot in Higher Education Online Learning,” vol. 23, no. 3, pp. 1–18, 2025.