



INTEGRASI ALGORITMA NLP UNTUK PENINGKATAN KECERDASAN CHATBOT: KAJIAN LITERATUR DAN ANALISIS PERKEMBANGAN TERKINI

Razan Muhammad Rizqi^{a*}, Devano Agastya Harshavardana^b, Sulthan Valeri Osmond Risqullah^c

^a Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010134@student.upnjatim.ac.id, Universitas Pembangunan “Nasional” Veteran Jawa Timur; Jl. Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

^b Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010133@student.upnjatim.ac.id, Universitas Pembangunan “Nasional” Veteran Jawa Timur; Jl. Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

^c Fakultas Ilmu Komputer / Sistem Informasi; 24082010119@student.upnjatim.ac.id, Universitas Pembangunan “Nasional” Veteran Jawa Timur; Jl. Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

* Penulis Korespondensi: Razan Muhammad Rizqi

ABSTRACT

Research on Natural Language Processing (NLP) algorithms in chatbot development has increased significantly, driven by the demand for intelligent human-like conversational interactions. This study aims to map NLP algorithm trends, application domains, and future research directions. The method employed is a systematic literature review of 103 publications published between 2020 and 2025, involving systematic selection processes from duplicate filtering to in-depth evaluation of research methods and results. The analysis shows a dominance of Transformer architectures, such as BERT, ELECTRA, and IndoBERT. Nonetheless, traditional algorithms like LSTM, Naive Bayes, and SVM are still utilized for lightweight computation or comparative purposes. In terms of application domains, most research is concentrated in General, Health, and Education sectors, while Law, Banking, and Human Resources remain under-explored. The findings also indicate a gap between technical development and production-scale implementation, along with a lack of focus on ethics and data protection. In conclusion, future research should focus on chatbot personalization, exploration of new domains, integration of ethical aspects, and the implementation of explainable AI (XAI) to enhance transparency and public trust.

Keywords: Chatbot; Natural Language Processing; Transformer; Systematic Literature Review; Artificial Intelligence.

Abstrak

Perkembangan algoritma *Natural Language Processing* (NLP) pada chatbot meningkat signifikan seiring kebutuhan interaksi cerdas yang menyerupai percakapan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tren algoritma NLP, distribusi domain penerapan, serta tantangan dan arah penelitian masa depan. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis terhadap 103 publikasi ilmiah yang terbit pada periode 2020 hingga 2025, melalui tahapan seleksi ketat mulai dari penyaringan duplikat hingga evaluasi mendalam terhadap metode dan hasil penelitian. Hasil analisis menunjukkan adanya dominasi arsitektur *Transformer*, seperti BERT, ELECTRA, dan IndoBERT, dibandingkan algoritma lainnya. Namun, algoritma tradisional seperti LSTM, Naive Bayes, dan SVM masih tetap dimanfaatkan untuk kebutuhan komputasi ringan atau sebagai pembanding. Secara sektoral, penelitian terbanyak ditemukan pada domain Umum, Kesehatan, dan Pendidikan, sedangkan bidang Hukum, Perbankan, dan Sumber Daya Manusia masih jarang dieksplorasi. Temuan ini juga mengungkapkan adanya kesenjangan antara pengembangan teknis dengan implementasi

skala produksi serta kurangnya perhatian pada isu etika dan perlindungan data. Sebagai simpulan, penelitian masa depan perlu diarahkan pada personalisasi chatbot, eksplorasi domain baru, integrasi aspek etika, serta penerapan *explainable AI* (XAI) guna meningkatkan transparansi dan kepercayaan publik.

Kata Kunci: Chatbot; Natural Language Processing; Transformer; Systematic Literature Review; Kecerdasan Buatan.

1. PENDAHULUAN

Kemunculan platform chatbot seperti ChatGPT telah mengubah lanskap interaksi manusia dengan teknologi. Platform semacam ini mengandalkan Natural Language Processing (NLP), tokenisasi, word embeddings, dan arsitektur transformer untuk merespons serta meniru pola komunikasi manusia sesuai konteks percakapan.

NLP merupakan cabang ilmu yang berfokus pada pemrosesan bahasa untuk memahami struktur sintaksis, makna semantik, dan aspek sentimen dari teks[72]. Kemajuan dalam bidang ini telah membuka solusi bagi berbagai permasalahan di banyak domain, salah satunya pengembangan chatbot. Tahap awal dalam pemrosesan bahasa adalah tokenisasi.

Meskipun teknologi pendukung chatbot seperti ChatGPT telah mengalami perkembangan yang pesat, sejumlah tantangan masih memerlukan eksplorasi lebih mendalam. Salah satu isu krusial yang dihadapi adalah keterbatasan model word embedding yang telah dilatih sebelumnya (pretrained). Vektor word embedding yang tersedia secara umum seringkali kurang optimal untuk berbagai jenis tugas NLP, terutama untuk bahasa dengan sumber daya terbatas atau domain yang sangat spesifik[71]. Oleh karena itu, riset untuk mengembangkan metode lokal yang mampu menghasilkan representasi kata yang lebih akurat dan relevan menjadi sangat penting. Selain itu, transisi dari metode berbasis aturan menuju representasi yang lebih sensitif terhadap konteks telah menjadi fondasi kesuksesan NLP modern. Namun, dengan munculnya arsitektur yang sangat kompleks seperti Transformer, diperlukan pemahaman mendalam mengenai kelebihan, kekurangan, dan arah penelitian ke depan. Meskipun Transformer sangat efektif dalam mengkodekan ketergantungan jarak jauh, masih terdapat tantangan dalam penerapannya di berbagai aplikasi NLP.

Peningkatan jumlah penelitian terkait pengembangan chatbot berbasis NLP pada periode 2020 hingga 2025 menunjukkan tingginya minat terhadap teknologi percakapan cerdas. Namun, variasi pendekatan dan perbedaan domain aplikasi menuntut adanya tinjauan literatur yang mampu memetakan perkembangan tersebut secara lebih terarah. Melalui kajian sistematis, peneliti dapat mengidentifikasi algoritma yang paling sering digunakan, berbagai varian Transformer, serta memahami tantangan yang kerap muncul dalam implementasinya[71]. Tinjauan ini menjadi landasan penting dalam menentukan arah penelitian selanjutnya, baik dalam pengembangan model yang lebih adaptif maupun eksplorasi domain aplikasi yang masih terbatas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tokenisasi

Tokenisasi merujuk pada proses memecah teks atau kalimat menjadi unit-unit bermakna yang lebih kecil, disebut token[71]. Token dapat berupa kata, angka, tanda baca, atau simbol lain yang relevan. Umumnya, pemisahan kata dilakukan berdasarkan spasi, sementara elemen yang tidak diperlukan seperti tanda baca, hashtag, emoji, dan emotikon dihilangkan agar tidak mengganggu pemahaman makna teks. Dengan demikian, tokenisasi berperan penting dalam pengolahan bahasa karena membantu komputer memahami struktur dan makna teks secara lebih teratur. Setelah teks dipecah menjadi token, tahap berikutnya adalah merepresentasikan kata-kata tersebut dalam bentuk numerik menggunakan metode word embedding.

2.2. Word Embedding

Word embedding adalah teknik yang melatih sejumlah besar teks untuk mengkodekan informasi semantik dan sintaksis dari kata-kata, menghasilkan representasi vektor numerik untuk setiap kata. Kata-kata dengan makna serupa akan memiliki vektor yang berdekatan dalam ruang vektor[71]. Beberapa model pra-latih word embedding yang populer antara lain Word2Vec, GloVe, dan FastText. Model-model ini dirancang untuk menghasilkan representasi vektor yang akurat sesuai konteks kata. Setelah kata-kata direpresentasikan dalam bentuk vektor, langkah selanjutnya adalah memproses hubungan antarkata menggunakan model transformer.

2.3. Transformer

Transformer adalah arsitektur neural network yang memanfaatkan mekanisme self-attention untuk mengekstraksi fitur penting dari data[77]. Model ini memproses word embedding sehingga mampu memahami konteks antarkata dengan lebih baik. Transformer memiliki aplikasi luas dalam berbagai bidang kecerdasan buatan, termasuk chatbot. Dengan model transformer yang telah dilatih, diperlukan penyesuaian agar model dapat bekerja optimal pada tugas-tugas spesifik seperti Document Summarization, Question Answering, Text Generation, dan lain-lain. Salah satu implementasi nyata dari Question Answering dan Text Generation adalah ChatGPT.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dalam kajian ini dirancang untuk memastikan bahwa hanya artikel yang relevan dan memberikan kontribusi signifikan terhadap studi algoritma NLP pada chatbot yang digunakan dalam analisis. Proses tinjauan dilakukan melalui pendekatan systematic literature review (SLR), sehingga tahapan pencarian, penyaringan, dan evaluasi artikel berlangsung secara terarah dan terukur. Selain itu, grounded theory dimanfaatkan untuk mengidentifikasi pola dan konsep yang muncul dari temuan penelitian terdahulu, sehingga interpretasi yang dihasilkan tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga berasal dari data yang telah diverifikasi. Dengan kombinasi kedua pendekatan ini, artikel yang terpilih diharapkan mampu merepresentasikan kondisi penelitian yang ada, memiliki validitas memadai, dan menyediakan landasan kuat bagi analisis literatur pada tahap berikutnya.

3.1. Kata Kunci Pencarian

("Natural Language Processing" OR NLP) AND Chatbot AND (algorithm OR model OR method OR algoritma) since:2020

3.2. Kriteria Seleksi

- a. Artikel yang termasuk antara tahun 2020 - 2025.
- b. Artikel dalam bahasa Inggris atau Indonesia.
- c. Artikel yang membahas algoritma NLP dalam chatbot baik penjelasannya, maupun penggunaannya (Misal BERT, LSTM, dan sebagainya).

3.3. Tahap Seleksi

1. Seleksi Duplikat dan Keyword

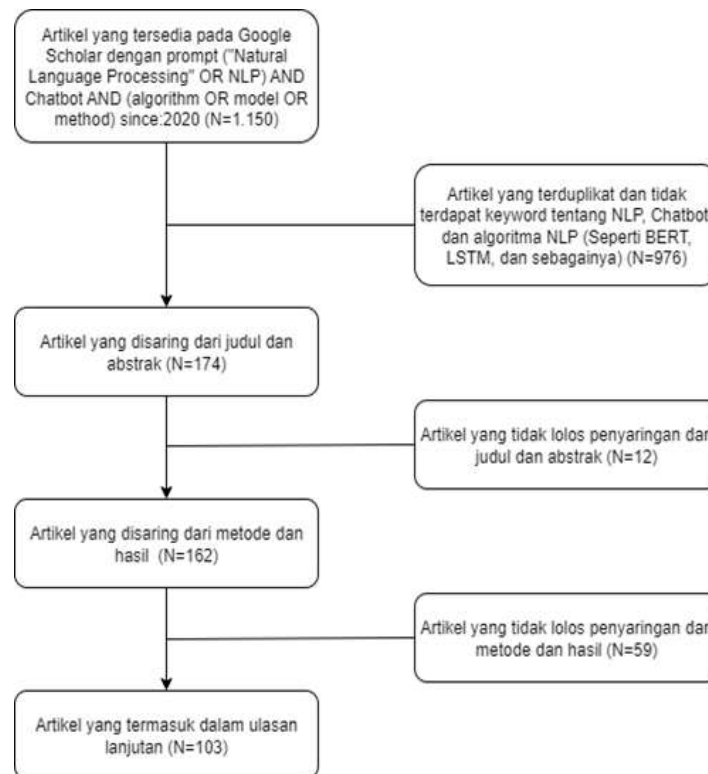
Pada tahap awal, artikel yang bersifat duplikat dihapus terlebih dahulu untuk menghindari perhitungan ganda akibat indeksasi dari berbagai sumber. Setelah itu, dilakukan penyaringan berdasarkan relevansi kata kunci. Artikel yang tidak memuat istilah utama seperti Natural Language Processing, chatbot, maupun algoritma NLP tertentu seperti BERT, LSTM, Transformer, atau SVM dikeluarkan dari daftar. Proses ini bertujuan memastikan hanya artikel yang secara eksplisit membahas keterkaitan antara algoritma NLP dengan penerapannya pada chatbot yang dipertahankan untuk tahap seleksi berikutnya.

2. Seleksi Judul dan Abstrak

Tahap kedua adalah menyeleksi artikel berdasarkan judul dan abstrak, dengan fokus pada publikasi lima tahun terakhir. Tujuannya adalah memastikan artikel berkaitan dengan topik penelitian, yaitu algoritma NLP dalam chatbot. Hanya artikel yang secara eksplisit menyinggung aspek tokenisasi, word embeddings, transformer, BERT, GPT, dan sejenisnya yang dipertahankan untuk dianalisis lebih lanjut. Artikel yang hanya membahas chatbot secara umum atau aplikasi tanpa menyentuh aspek algoritma dieliminasi pada tahap ini.

3. Seleksi Metode dan Hasil

Pada tahap terakhir, penyaringan difokuskan pada metode dan hasil penelitian yang disajikan dalam setiap artikel. Artikel yang hanya membahas chatbot secara umum tanpa menjelaskan penggunaan algoritma NLP dikeluarkan dari daftar. Demikian pula, artikel yang hanya memaparkan konsep tanpa memberikan metode implementasi atau hasil uji coba yang jelas tidak dipertahankan. Hanya artikel yang secara eksplisit menjelaskan penerapan algoritma NLP, seperti BERT, LSTM, Transformer, SVM, atau Naïve Bayes, dan melaporkan hasil implementasi maupun evaluasi kinerja chatbot yang dipertahankan untuk dianalisis lebih lanjut. Dengan demikian, artikel yang lolos pada tahap ini benar-benar memberikan kontribusi empiris mengenai efektivitas algoritma NLP dalam pengembangan chatbot.



Gambar 1. Tahap Seleksi Artikel

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil telaah literatur terkait algoritma NLP pada chatbot. Bagian pertama menyajikan ringkasan mengenai sebaran artikel berdasarkan sumber publikasi serta tahun terbit, sehingga dapat terlihat perkembangan penelitian dalam kurun waktu tertentu. Bagian kedua menampilkan hasil identifikasi artikel menurut database pencarian ilmiah yang digunakan, untuk menunjukkan kontribusi masing-masing basis data terhadap jumlah publikasi yang ditemukan. Bagian ketiga mengklasifikasikan artikel berdasarkan jenis algoritma NLP yang diterapkan dalam pengembangan chatbot. Sementara itu, bagian keempat memperlihatkan pengelompokan artikel menurut domain aplikasi chatbot, seperti pendidikan, kesehatan, layanan pelanggan, dan bidang lainnya, guna memberikan gambaran mengenai variasi implementasi algoritma NLP pada konteks yang berbeda.

4.1 Sumber Publikasi dan Tahun Publikasi

Tabel 4.1 Tinjau Artikel Berdasarkan Sumber Publikasi dan Tahun Publikasi

Venue	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
AI	-	-	-	1	-	-	1
Educational Administration: Theory and Practice	-	-	-	-	1	-	1
Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing	-	-	-	2	-	-	2
International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology	-	1	1	-	-	-	2
arXiv preprint	-	-	-	2	1	-	3
International Journal of Advances in Applied Sciences	-	-	-	-	1	-	1
Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy	-	-	-	-	1	-	1
International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)	-	-	-	-	-	1	1
Journal of AI and Data Mining	-	-	-	-	1	-	1
International Journal on Emerging Research Areas	-	-	-	-	1	-	1
International Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)	-	1	-	-	-	-	1
Procedia Computer Science	1	1	-	-	-	-	2
Kybernetes	-	-	-	-	1	-	1
SSRN Electronic Journal	-	1	-	-	-	-	1
Annual International Conference on Emerging Research Areas: International Conference on Intelligent Systems (AICERA/ICIS)	-	-	-	1	-	-	1
European Chemical Bulletin	-	-	-	1	-	-	1
European Journal of Advances in Engineering and Technology	-	1	-	-	-	-	1

International Journal of Emerging Technologies and Advanced Engineering (Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.)	-	-	1	-	-	-	1
2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAC)	-	-	-	1	-	-	1
1st International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (ICCSAI)	-	1	-	-	-	-	1
Machine Learning Algorithms for Signal and Image Processing	-	-	1	-	-	-	1
4th International Conference for Emerging Technology (INCET)	-	-	-	1	-	-	1
Artificial Intelligence and Applications	-	-	-	1	-	-	1
IEEE Access	-	-	-	1	1	-	2
Journal of Information Systems Engineering and Management (JISEM)	-	-	-	-	-	1	1
Information Processing & Management	-	-	-	1	-	-	1
World Journal of Public Health – Science Publishing Group	-	-	-	-	-	1	1
Frontiers in Applied Mathematics and Statistics	-	1	-	-	-	-	1
JEIS: JURNAL ELEKTRO DAN INFORMATIKA SWADHARMA	-	-	-	1	-	-	1
Sensors	-	-	1	-	-	-	1
Automatika	-	1	-	-	-	-	1
Journal of Medical Internet Research	-	1	-	-	-	-	1
International Journal of Information Technology	-	-	-	-	1	-	1
Applied System Innovation	-	-	-	-	1	-	1
Iraqi Journal of Science	-	-	1	-	1	1	3
Results in Engineering	-	-	-	1	-	-	1
Journal of Applied Informatics and Computing	-	-	-	-	1	-	1
Artificial Intelligence in Medicine	-	-	1	-	-	-	1
International Journal of Environmental Research and Public Health	-	-	-	1	-	-	1
IC TECH: Majalah Ilmiah	-	-	-	-	-	1	1
EDUMATIC: Jurnal Pendidikan Informatika	-	-	-	-	-	1	1
Jurnal Ilmiah Global Education	-	-	-	-	-	1	1
JIMIK: Jurnal Indonesia Manajemen Informatika dan Komunikasi	-	-	-	-	-	1	1
JSSR: Journal Sains Student Reasearch	-	-	-	-	-	1	1
JUITA: Jurnal Informatika	-	-	-	-	1	-	1
Bulletin of Computer Science Research	-	-	-	-	-	1	1
TEKNIKA	-	1	-	-	-	-	1
Journal ASSET	-	-	-	-	1	-	1
Jurnal Manajemen Informatika	-	-	-	-	1	-	1
SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi	-	-	-	-	-	1	1
JAIEA: Journal of Artificial Intelligence & Engineering Applications	-	-	-	-	-	1	1
Jacost: Journal of Applied Computer Science and Technology	-	-	-	-	1	-	1
IJASTE	-	-	-	1	-	-	1
JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)	-	-	-	-	-	1	1
Brilliance: Research of Artificial Intelligence	-	-	-	-	-	1	1
JADS Journal of Applied Data Sciences	-	-	-	1	2	-	3
JINACS: Journal of Informatics and Computer Science	1	-	-	-	1	1	3
KALBISIANA	-	-	1	-	-	-	1
JIETECH: Journal of Informatics Engineering and Technology	-	-	-	-	-	1	1
Digitech: Digital Transformation Technology	-	-	-	-	-	1	1
Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi	-	-	1	-	-	-	1
JURNAL INFORMATIKA UNIVERSITAS PAMULANG	-	-	-	1	-	-	1
OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer Dan Sains	-	-	1	-	-	-	1
Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE)	-	-	1	-	-	-	1
J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)	-	-	-	1	-	-	1
Journal of Physics: Conference Series	-	1	-	-	-	-	1
Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)	-	-	-	-	1	-	1
TMJ (Technomedia Journal)	1	-	-	-	-	-	1
METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi	1	-	-	-	-	-	1
STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)	-	1	-	-	-	-	1
Jurnal Media Elektro	-	-	-	-	1	-	1
Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)	-	-	1	-	-	-	1
Pixel : Jurnal Ilmiah Komputer Grafis	-	-	1	-	-	-	1
J-SISKO TECH EDISI JANUARI	-	-	-	1	-	-	1
International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)	-	-	1	-	-	-	1
Second International Conference on Networks, Multimedia and Information Technology (NMITCON)	-	-	-	-	1	-	1
Turkish Journal of Emergency Medicine	-	-	-	1	-	-	1
Computer Science Computation and Language (cs.CL)	1	1	-	-	-	-	2
International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST)	-	-	-	1	-	-	1
MDPI Appl. Sci.	-	-	-	-	1	-	1
Journal of healthcare engineering	1	-	-	-	-	-	1
Springer Nature Link	1	-	1	-	-	-	2

Library Hi Tech News	-	-	1	-	-	-	1
International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)	-	-	-	1	-	-	1
IOP Publishing Ltd.	-	1	-	-	-	-	1
Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology	-	1	-	-	-	-	1
Trends in Health Informatics	-	-	-	-	-	1	1
JURNAL TEKNIK INFORMATIKA DAN MULTIMEDIA	-	-	-	-	1	-	1
Journal of Information System and Computer	-	-	-	-	1	-	1
Total	7	15	15	23	25	18	103

Dari keseluruhan 103 artikel yang berhasil dikumpulkan, distribusi sumbernya cukup beragam. Kontribusi terbesar datang dari jurnal-jurnal bereputasi internasional yang mencapai 38,8% atau setara dengan 40 artikel. Sementara itu, prosiding serta konferensi internasional turut memberikan andil sebesar 24,3% dengan 25 artikel. Publikasi dalam jurnal nasional juga menunjukkan peran yang cukup penting, yakni 19,4% atau 20 artikel. Adapun sumber lainnya meliputi platform preprint seperti arXiv sebanyak 3,8% (4 artikel), SSRN dengan 0,97% (1 artikel), serta berbagai sumber tambahan termasuk editorial dan platform publikasi khusus seperti Springer Link dan IGI Global yang secara kumulatif menyumbang 14,6% atau 15 artikel.

Apabila ditelusuri berdasarkan rentang waktu publikasi mulai dari tahun 2020 sampai 2025, tampak adanya kenaikan yang cukup berarti dalam dinamika riset pada domain ini. Pada tahun 2020, tercatat hanya 8 karya yang dipublikasikan, kemudian mengalami akselerasi hingga mencapai titik tertinggi pada tahun 2023 dengan 28 publikasi. Meskipun terjadi sedikit penurunan pada tahun 2024 dan 2025 menjadi 23 dan 14 publikasi secara berurutan, pola perkembangan ini tetap mengindikasikan adanya kontinuitas dan antusiasme yang kuat terhadap bidang penelitian tersebut. Secara keseluruhan, 103 publikasi yang tersebar di berbagai jurnal dan prosiding baik nasional maupun internasional ini sebagian besar mengulas mengenai pengembangan, implementasi, serta evaluasi beragam algoritma pemrosesan bahasa alami (NLP) dalam sistem chatbot, dengan fokus pada peningkatan kapasitas pemahaman bahasa, optimalisasi interaksi dengan pengguna, serta peningkatan kualitas respons yang dihasilkan.

4.2 Sumber Pencarian dari Berbagai Database

Tabel 4.2 Tinjau Artikel Berdasarkan Pencarian Database

Database Pencarian	Jumlah
Scholar	61
Garuda	15
IEEE	8
Scimedirect	5
MDPI	4
Researchgate	3
Springer	2
Emerald Publishing	1
SSRN	1
Wiley	1
Frontiers	1
Taylor & Francis	1
Total	103

Berdasarkan hasil penelusuran, diperoleh sebanyak 103 publikasi dengan sebaran yang bervariasi dari berbagai database. Google Scholar mendominasi sebagai sumber utama dengan 61 publikasi atau mencapai 59,22% dari total keseluruhan. Posisi berikutnya ditempati oleh Garuda dengan kontribusi 15 publikasi (14,56%), kemudian IEEE menyumbang 8 publikasi (7,77%). Sementara itu, database lainnya menunjukkan jumlah yang relatif lebih modest, seperti ScienceDirect dengan 5 publikasi, MDPI dengan 4 publikasi, ResearchGate dengan 3 publikasi, dan Springer dengan 2 publikasi. Adapun beberapa platform seperti Emerald Publishing, SSRN, Wiley, Frontiers, dan Taylor & Francis masing-masing hanya berkontribusi 1 publikasi.

Pola distribusi ini mengindikasikan bahwa Google Scholar menjadi platform dominan dalam pengindeksan literatur ilmiah untuk topik ini, sementara Garuda Kemdikbud juga memainkan peran substansial sebagai repositori publikasi, khususnya untuk karya-karya dari Indonesia. Di sisi lain, meskipun IEEE, MDPI, dan ScienceDirect menunjukkan kontribusi yang lebih terbatas secara kuantitatif, keberadaan mereka tetap relevan sebagai sumber referensi berkualitas. Temuan ini juga mengisyaratkan bahwa kajian mengenai

penerapan algoritma NLP dalam sistem chatbot tidak hanya berkembang di ranah domestik, melainkan telah merambah dan berpotensi kompetitif dalam arena publikasi ilmiah global.

4.3 Metodologi Penelitian

Tabel 4.3 Tinjau Artikel Berdasarkan Metodologi Penelitiannya

Metodologi Penelitian	Jumlah
System Development	34
Design Science Research (DSR)	16
Research and Development (R&D)	12
Experimental Research	15
Quantitative Research	2
Qualitative & Descriptive	9
Computational & Comparative Study	6
Methodological / Theoretical Analysis	2
Incremental & Prototype Research	3
Waterfall Model	4

Berdasarkan hasil analisis terhadap 103 paper yang ditinjau, metode penelitian yang paling dominan adalah System Development, dengan jumlah 34 paper atau sekitar 33,0% dari keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada proses pengembangan sistem secara langsung. Di posisi berikutnya, metode Design Science Research (DSR) digunakan pada 16 paper (15,5%), diikuti oleh Experimental Research sebanyak 15 paper (14,6%), dan Research and Development (R&D) dengan 12 paper (11,7%).

Sementara itu, metode Qualitative & Descriptive diterapkan pada 9 paper (8,7%), serta Computational & Comparative Study ditemukan pada 6 paper (5,8%). Waterfall Model digunakan pada 4 paper (3,9%), Incremental & Prototype Research pada 3 paper (2,9%), dan masing-masing 2 paper (1,9%) menggunakan metode Quantitative Research serta Methodological/Theoretical Analysis.

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa sebagian besar penelitian cenderung menggunakan pendekatan berbasis pengembangan sistem dan eksperimen. Temuan ini menunjukkan orientasi penelitian yang kuat terhadap penciptaan solusi konkret dan penerapan praktis, dibandingkan pendekatan teoritis murni atau analisis kuantitatif.

4.4 Algoritma

Tabel 4.4 Tinjau Artikel Berdasarkan Algoritma yang Digunakan

Algoritma	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Jumlah
Transformer (BERT, ELECTRA, Indobert, dll.)	1	4	3	6	7	5	26
General NLP	3	4	4	6	5	-	22
LSTM	1	1	-	2	3	3	10
SVM	1	1	2	1	1	2	8
Naive Bayes	-	1	-	1	2	2	6
TF-IDF	-	1	1	1	1	2	6
ANN	-	-	2	1	2	2	7
Decision Tree	1	-	-	-	2	-	3
Chat GPT(3, 3.5, 4, 4o)	-	-	-	2	-	-	2
K-NN	-	-	1	1	-	1	3
CNN	-	1	1	-	2	1	5
DNN	-	1	1	-	-	-	2
NLG	-	1	-	1	-	-	2
BRNN-FNB	-	-	-	1	-	-	1
Total	7	15	15	23	25	18	103

Hasil analisis memperlihatkan bahwa algoritma berbasis arsitektur Transformer, termasuk BERT, ELECTRA, IndoBERT, dan variannya, menjadi yang paling dominan dengan total 26 artikel atau setara

dengan 25,24% dari keseluruhan. Dominasi ini mencerminkan tingginya minat kalangan peneliti terhadap arsitektur Transformer dalam kurun waktu lima tahun terakhir.

Sementara itu, algoritma seperti LSTM masih digunakan dalam 10 artikel, meskipun popularitasnya berangsur menurun seiring munculnya pendekatan Transformer. Sejumlah metode konvensional seperti TF-IDF (7 artikel), Naive Bayes (6 artikel), SVM (6 artikel), K-NN (5 artikel), ANN (3 artikel), hingga Decision Tree (2 artikel) juga ditemukan dalam jumlah yang lebih terbatas. Kehadiran algoritma-algoritma klasik ini umumnya berfungsi sebagai pembanding atau diterapkan dalam konteks aplikasi spesifik yang lebih sederhana.

Selain itu, terdapat 22 artikel yang masuk dalam kategori "General NLP", yakni publikasi yang membahas penerapan NLP dalam chatbot namun tidak merinci secara spesifik algoritma yang digunakan. Fenomena ini mengindikasikan bahwa sebagian riset lebih mengutamakan aspek implementasi atau konteks domain tertentu, seperti layanan kesehatan, hukum, atau customer service, ketimbang eksplorasi teknis terhadap algoritma secara mendalam. Secara keseluruhan, pola yang terlihat menunjukkan adanya transisi dari metode-metode konvensional menuju pendekatan berbasis deep learning dan arsitektur Transformer yang lebih modern.

4.5 Domain Chatbot

Tabel 4.5 Tinjau Artikel Berdasarkan Domain Chatbot

Domain	Jumlah
Umum	29
Kesehatan	27
Akademik & Pendidikan	25
Customer Service	5
Human Resource	1
Hukum	1
Rekomendasi	2
Pemerintahan	3
Pariwisata	2
Perkantoran	2
E-Commerce & Bisnis	4
Teknologi	1
Banking	1
Total	103

Berdasarkan klasifikasi menurut domain aplikasi, dari keseluruhan 103 data yang dianalisis, kategori Umum menduduki peringkat tertinggi dengan 29 data atau mencapai sekitar 28,16%. Posisi berikutnya ditempati oleh domain Kesehatan dengan 27 data (26,21%), serta Akademik & Pendidikan dengan 25 data (24,27%). Ketiga domain ini secara kolektif mendominasi lebih dari tiga perempat proporsi total data yang dikumpulkan.

Untuk domain-domain lainnya, Customer Service tercatat dengan 5 data (4,85%), kemudian E-Commerce & Bisnis sebanyak 4 data (3,88%). Domain Pemerintahan memiliki 3 data (2,91%), sementara kategori Rekomendasi, Pariwisata, dan Perkantoran masing-masing berkontribusi 2 data (1,94%). Adapun domain dengan representasi paling minim, yakni hanya 1 data (0,97%), meliputi Human Resource, Hukum, Teknologi, dan Banking.

Pola distribusi ini mengindikasikan bahwa riset mengenai chatbot cenderung terkonsentrasi pada domain-domain yang bersifat umum, pendidikan, dan kesehatan. Kecenderungan ini mencerminkan bahwa pengembangan chatbot lebih banyak diarahkan pada sektor-sektor yang memiliki jangkauan luas serta relevansi tinggi terhadap kebutuhan publik secara langsung. Sementara itu, domain-domain lainnya masih relatif terbatas dan umumnya menjadi fokus dalam kajian-kajian yang lebih spesifik dan terbatas cakupannya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Telaah literatur terhadap publikasi yang muncul selama periode 2020 hingga 2025 mengungkapkan bahwa riset mengenai algoritma NLP dalam sistem chatbot mengalami dinamika perkembangan yang sangat pesat.

Secara umum, teridentifikasi adanya transisi yang mencolok dari pemanfaatan metode konvensional menuju adopsi pendekatan berbasis pembelajaran mendalam, khususnya arsitektur Transformer seperti BERT, ELECTRA, dan IndoBERT. Model-model ini semakin mendominasi karena kapasitasnya dalam menangkap makna percakapan secara lebih komprehensif melalui mekanisme self-attention, yang memfasilitasi interpretasi konteks secara lebih presisi dan bernuansa.

Dari perspektif bidang penerapan, riset chatbot menunjukkan konsentrasi tinggi pada domain-domain yang memiliki interaksi langsung dengan keperluan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, khususnya layanan publik, kesehatan, dan pendidikan. Ketiga sektor ini menjadi sorotan utama karena menuntut penyampaian informasi yang responsif, adaptif, dan mudah diakses. Sementara itu, sejumlah domain lain seperti hukum, manajemen sumber daya manusia, teknologi, dan perbankan masih belum banyak mendapat perhatian. Minimnya penetrasi riset di area-area tersebut membuka peluang eksplorasi yang sangat luas, terutama untuk mengembangkan chatbot yang mampu menunjang layanan profesional dan kebutuhan industri yang lebih spesialisasi.

Ditinjau dari dimensi temporal, perkembangan penelitian mencapai titik kulminasi sekitar tahun 2023, bertepatan dengan meningkatnya perhatian terhadap teknologi chatbot berbasis Transformer yang populer pada kurun waktu tersebut. Tren ini memberikan indikasi bahwa komunitas riset tengah bergerak menuju pendekatan yang lebih matang dan terkonsolidasi, dengan fokus yang tidak semata-mata pada pengembangan model, tetapi juga pada pemahaman mengenai bagaimana chatbot dapat diintegrasikan secara efektif dalam konteks aplikasi riil di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]N. J. Prottasha *et al.*, “Transfer Learning for Sentiment Analysis Using BERT Based Supervised Fine-Tuning,” *Sensors*, vol. 22, no. 11, p. 4157, May 2022, doi: 10.3390/s22114157.
- [2]Varsha Jadhav, “MindIntent: A Chatbot Using SVM for Identifying Mental Health Intervention Intentions,” *Journal of Information Systems Engineering and Management*, vol. 10, no. 4s, pp. 535–542, Jan. 2025, doi: 10.52783/jisem.v10i4s.564.
- [3]S. Banu, N. Chari, and L. Lavanya, “Railway Assistance Chatbot using ANN and NLP,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 09, no. 04, pp. 1–9, Apr. 2025, doi: 10.55041/IJSREM44422.
- [4]S. Dhavan, “Smart Medicare Chatbot Using Dialogflow and Support Vector Machine Algorithm,” *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 9, no. 9, pp. 1848–1860, Sep. 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.38240.
- [5]T. Sriharsha and Dr. R. V. Prakash, “Banking Chatbot Using Nlp And Support Vector Machine,” *Educational Administration Theory and Practices*, May 2024, doi: 10.53555/kuey.v30i5.3207.
- [6]X. Gong and Y. Xiao, “A Skin Cancer Detection Interactive Application Based on CNN and NLP,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2078, no. 1, p. 012036, Nov. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2078/1/012036.
- [7]R. N. E. Anggraini, D. Tursina, and R. Sarno, “Islamic QA with Chatbot System Using Convolutional Neural Network,” *Iraqi Journal of Science*, pp. 2232–2241, Apr. 2024, doi: 10.24996/ijcs.2024.65.4.38.
- [8]S. M. P. S. D. M. M. U. B. Kumar, “Health Care Chat Bot By using NLP, Decision Tree and SVM,” *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCSST)*, vol. 11, no. 5, 2023.
- [9]A. Chandel, “Healthchare Chatbot Using SVM & Decision Tree,” *Trends in Health Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 10–17, 2025, doi: 10.22105/thi.v2i1.26
- [10]M. Sanji, H. Behzadi, and G. Gomroki, “Chatbot: an intelligent tool for libraries,” *Library Hi Tech News*, vol. 39, no. 3, pp. 17–20, Mar. 2022, doi: 10.1108/LHTN-01-2021-0002.
- [11]N. A. Purwitasari and M. Soleh, “Implementasi Algoritma Artificial Neural Network Dalam Pembuatan Chatbot Menggunakan Pendekatan Natural Language Parocessing,” *Jurnal IPTEK*, vol. 6, no. 1, Mar. 2022, doi: 10.31543/jii.v6i1.192.

- [12]D. Sabrina, A. Zulfa, H. Saputro, and A. D. Sabilla, “ASISTEN DIGITAL CEPAT DAN PRAKTIS CHATBOT PMB MENGGUNAKAN ALGORITMA NEURAL NETWORK,” *Journal of Information System and Computer*, vol. 4, no. 2, pp. 77–82, 2024, doi: 10.34001/jister.v4i2.1216
- [13]N. Mamuriyah, H. Haeruddin, and H. Hero, “Pembangunan chatbot interaktif dengan menggunakan algoritma Naive Bayes,” *Informatika: Jurnal Teknik Informatika dan Multimedia*, vol. 4, no. 2, pp. 82–94, 2024, doi: 10.51903/informatika.v4i2.864
- [14]B. Kidwai and N. RK, “Design and Development of Diagnostic Chabot for supporting Primary Health Care Systems,” *Procedia Computer Science*, vol. 167, pp. 75–84, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.03.184.
- [15]I. Naim, A. R. Singh, A. Sen, A. Sharma, and D. Mishra, “Healthcare CHATBOT for Diabetic Patients Using Classification,” 2022, pp. 427–437. doi: 10.1007/978-981-19-0707-4_39.
- [16]M. Jaiwai, K. Shiangjen, S. Rawangyot, S. Dangmanee, T. Kunsuree, and A. Sa-nguanthong, “Automatized Educational Chatbot using Deep Neural Network,” in *2021 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering*, IEEE, Mar. 2021, pp. 5–8. doi: 10.1109/ECTIDAMTNCON51128.2021.9425716.
- [17]D. Kovacek and J. C. L. Chow, “An AI-assisted chatbot for radiation safety education in radiotherapy,” *IOP SciNotes*, vol. 2, no. 3, p. 034002, Sep. 2021, doi: 10.1088/2633-1357/ac1f88.
- [18]A. Sojasingarayar, “Seq2seq ai chatbot with attention mechanism,” *arXiv preprint*, 2020.
- [19]R. Goyal, N. Chaudhary, and M. Singh, “Machine Learning based Intelligent Career Counselling Chatbot (ICCC),” in *2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, IEEE, Jan. 2023, pp. 1–8. doi: 10.1109/ICCCI56745.2023.10128305.
- [20]S. Pophale, H. Gandhi, and A. K. Gupta, “Emotion Recognition Using Chatbot System,” 2021, pp. 579–587. doi: 10.1007/978-981-15-7234-0_54.
- [21]N. A. I. Omoregbe, I. O. Ndaman, S. Misra, O. O. Abayomi-Alli, and R. Damaševičius, “Text Messaging-Based Medical Diagnosis Using Natural Language Processing and Fuzzy Logic,” *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 2020, pp. 1–14, Sep. 2020, doi: 10.1155/2020/8839524.
- [22]I. Ortiz-Garces, J. Govea, R. O. Andrade, and W. Villegas-Ch, “Optimizing Chatbot Effectiveness through Advanced Syntactic Analysis: A Comprehensive Study in Natural Language Processing,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 5, p. 1737, Feb. 2024, doi: 10.3390/app14051737.
- [23]N. Clar, P. A. Salgado, and T. P. Perdicoulis, “Subtractive mountain clustering algorithm applied to a chatbot to assist elderly people in medication intake,” *arXiv preprint*, 2021.
- [24]İ. Sarbay, G. B. Berikol, and İ. U. Özturan, “Performance of emergency triage prediction of an open access natural language processing based chatbot application (ChatGPT),” *Turkish Journal of Emergency Medicine*, vol. 23, no. 3, pp. 156–161, Jul. 2023, doi: 10.4103/tjem.tjem_79_23.
- [25]M. S. Abdul Razak, M. v Manoj Kumar, C. R. Nirmala, R. Naseer, B. S. Prashanth, and H. R. Sneha, “Enhancing Student Support with AI: A College Assistance Chatbot Using NLP and ANN,” in *2024 Second International Conference on Networks, Multimedia and Information Technology (NMITCON)*, IEEE, Aug. 2024, pp. 1–8. doi: 10.1109/NMITCON62075.2024.10699279.
- [26]H. T. Y. Achsan, D. Kurniawan, D. G. Purnama, Q. K. D. Barcah, and Y. Y. Astoria, “Application of Natural Language Processing Using Cosine-Similarity Algorithm in Making Chatbot Information on the New Capital City of the Republic of Indonesia,” in *2022 7th International Workshop on Big Data and Information Security (IW BIS)*, IEEE, Oct. 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/IWBIS56557.2022.9924902.
- [27]K. D. Ningtyas, R. Kurniawan, and A. Armansyah, “Penerapan Natural Language Processing Pada Aplikasi Chatbot Info Layanan Kantor Menggunakan Naive Bayes Algorithm,” *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*, vol. 6, no. 1, p. 266, Jan. 2023, doi: 10.53513/jsk.v6i1.7413.
- [28]N. Rohim and E. Zuliarso, “Penerapan algoritma deep learning untuk pengembangan chatbot yang digunakan untuk konsultasi dan pengenalan tentang virus COVID-19,” *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, vol. 15, no. 2, pp. 267–278, 2022, doi: 10.51903/pixel.v15i2.777
- [29]A. C. Herlingga, I. P. E. Prisma, D. R. Prehanto, and D. A. Dermawan, “Algoritma Stemming Nazief & Adriani dengan Metode Cosine Similarity untuk Chatbot Telegram Terintegrasi dengan E-layanan,” *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 2, no. 1, pp. 19–26, 2020.

- [30]N. A. Purwitasari and M. Soleh, "Implementasi Algoritma Artificial Neural Network Dalam Pembuatan Chatbot Menggunakan Pendekatan Natural Language Parocessing," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.31543/jii.v6i1.192
- [31]D. Rahmawati, M. B. Setyawan, and A. Prasetyo, "PENERAPAN ALGORITMA SEQUENTIAL SEARCH PADA CHATBOT WHATSAPP UNTUK LAYANAN PENGADUAN APLIKASI SMEP," *Jurnal Media Elektro*, pp. 69–80, 2024, doi: 10.35508/jme.v13i2.18134
- [32]R. C. Utama, F. Fauziah, and R. T. Komalasari, "Aplikasi Chatbot Berbasis Teks Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier FAQ GrabAds," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 6, no. 1, pp. 90–97, 2021.
- [33]D. A. Rizaldi, G. A. K. Rosyad, and A. D. Hartanto, "Implementasi Algoritma Sentence Similarity Terhadap Chatbot Seputar Amikom," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt*, vol. 4, no. 1, pp. 10–14, 2020.
- [34]T. Salisah, B. P. Sari, Y. Yulianto, and A. D. Hartanto, "Implementasi Algoritma Boyer-Moore Pada Chatbot Wisata Yogyakarta," *TECHNOMEDIA JOURNAL (Nypedume.lu: iLearning Journal Center)*, vol. 5, no. 1, pp. 54–66, 2021.
- [35]M. E. Rianto, M. Maulidiansyah, and A. Tholib, "Implementasi AI Chatbot Sebagai Support Assistant Website Universitas Nurul Jadid Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)," *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 6, no. 1, pp. 267–275, 2024, doi: 10.33650/jeeecom.v6i1.8556
- [36]C. R. Putri, M. Ardiansyah, and M. Purnandi, "PENERAPAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PADA CHATBOT PANDUAN BIDANG AKADEMIK MENGGUNAKAN ALGORITMA FORWARD CHAINING," *JOURNAL OF INFORMATICS AND COMPUTER SCIENCE*, vol. 10, no. 1, pp. 141–145, 2024.
- [37]R. Mahendra and M. Kamayani, "Menerapkan Algoritma Neural Network Pada Chatbot Mengenai Pariwisata Di Provinsi Bangka Belitung," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 7, no. 2, pp. 698–709, 2023.
- [38]M. Hidayat, S. Rohman, and A. N. Arifin, "SISTEM CHATBOT PADA WEBSITE E-COMMERCE TOKO DIENG AGRIPINA MENGGUNAKAN ALGORITMA BOYER MOORE," *Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE)*, vol. 4, no. 1, pp. 129–135, 2022.
- [39]Haerudin A.L, "Implementasi Algoritma Knuth-Morris-Pratt pada Perancangan Aplikasi Chatbot Kamus Istilah Komputer Berbasis Web ," *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. 1, no. 11, pp. 2150–2156, 2022, doi: 10.33395/jmp.v12i1.12734
- [40]D. Soyusiawaty and A. Haswinitha, "Perancangan Chatbot Pusat Layanan Kantor LAZISMU DIY dengan Pendekatan Natural Language Processing dan Algoritma Brute Force," 2023.
- [41]R. P. Putra, A. H. Pratomo, and R. I. Perwira, "Text Message Classification using Multiclass Support Vector Machine on Information Service Chatbot in the Informatics Department UPN 'Veteran' Yogyakarta," *Telematika*, vol. 19, no. 3, p. 295, Oct. 2022, doi: 10.31315/telematika.v19i3.7418.
- [42]D. W. Prasetyo, I. B. K. D. S. Negara, I. N. Juniawan, and D. A. E. R. Dewi, "SISTEM CHATBOT INFORMASI KAMPUS DENGAN INTEGRASI CRM MENGGUNAKAN BERT DI UNIVERSITAS TRIATMA MULYA," *JOURNAL OF INFORMATICS ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, vol. 6, no. 1, pp. 21–32, 2025.
- [43]I. Ruben, "Implementasi Neural Network untuk Pembuatan Chatbot Menggunakan Dataset Pertanyaan Mahasiswa," *KALBISIANA Jurnal Sains, Bisnis dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, pp. 573–581, 2022, doi: 10.29407/c4x80271
- [44]R. Jullfikar, R. Megasari, and R. A. Sukanto, "Pengembangan Chatbot Menggunakan BERT untuk Pengelolaan Komunikasi Beasiswa Ikatan Alumni Universitas Pendidikan Indonesia," *Digital Transformation Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 391–400, Jul. 2025, doi: 10.47709/digitech.v5i1.6367.
- [45]F. F. Reinfia and P. Nerisafitra, "Analisis Chatbot Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network (Studi Kasus: Universitas Negeri Surabaya)," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 6, no. 03, pp. 842–851, Jan. 2025, doi: 10.26740/jinacs.v6n03.p842-851.

- [46]A. Puspitasari, A. N. Paradhita, Y. W. Tineka, V. Sulistyowati, N. K. S. Noriska, and Haryanto, “Natural Language Processing (NLP) Technology for Chatbot Website,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 10, no. SpecialIssue, pp. 319–324, Aug. 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10iSpecialIssue.8241.
- [47]H. Rahmawati and A. Sudrajat, “IMPLEMENTASI CHATBOT PADA PENERIMAAN MAHASISWA BARU DI POLITEKNIK TEDC BANDUNG MENGGUNAKAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5456.
- [48]M. al Farizi, I. N. Farida, and D. Swanjaya, “Penerapan Chatbot Berbasis Natural Language Processing untuk Layanan Informasi PPDB di SMK PGRI 1 Kediri,” *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, vol. 9, no. 2, Jul. 2025, doi: 10.29407/c4x80271
- [49]M. A. F. Sultan, B. Rahayudi, and S. A. Wicaksono, “Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Kandidat Karyawan Berdasarkan Hasil AI Interview Menggunakan Model Natural Language Processing (Studi Kasus: SecLab Indonesia),” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 5, 2025.
- [50]F. F. Ramadhan, “Chatbot pada E-Commerce berbasis Android dengan Pendekatan Natural Language Processing,” *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, vol. 2, no. 1, pp. 27–39, 2021, doi: 10.36596/jcse.v2i1.100
- [51]S. E. Azzalea and S. Dewinta, “Penerapan Algoritma NLP Pada Platform Diskusi Interaktif Sawala Dengan Chatbot Untuk Mahasiswa ULBI,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 16, no. 2, pp. 41–45, 2024.
- [52]Nurholis, Willy Prihartono, and Fathurrohman, “Web-Based Chatbot Development and User Satisfaction Analysis Using the Naive Bayes Method Through Online Questionnaires,” *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA)*, vol. 4, no. 2, pp. 1084–1090, Feb. 2025, doi: 10.59934/jaiea.v4i2.823.
- [53]T. A. Wahyudi, R. D. M. Putri, U. M. Arief, and V. N. Sulistyawan, “LSTM-Based NLP Chatbot for Fish E-Marketplace at BBI Cangkiran Mijen,” *SISTEMASI*, vol. 14, no. 5, p. 2299, Sep. 2025, doi: 10.32520/stmsi.v14i5.5170.
- [54]A. J. F. Ali and A. I. Nurhidayat, “PENGEMBANGAN CHATBOT PENDAFTARAN E-KTP BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE NLP (Natural Language Processing),” *Jurnal Manajemen Informatika*, 2024.
- [55]Y. Christian and M. Erline, “Web-Based Chatbot with Natural Language Processing and Knuth-Morris-Pratt (Case Study: Universitas Internasional Batam),” *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 11, no. 1, pp. 132–141, 2022, doi: 10.23887/jstundiksha.v11i1.43258
- [56]B. Husada, R. Hadjon, and S. Kelin, “IMPLEMENTASI NLP DAN DEEP LEARNING PADA CHATBOT AI UNTUK LAYANAN INFORMASI UNIVERSITAS CITRA BANGSA,” *TIMOR CERDAS - Jurnal Teknologi Informasi, Manajemen Informasi dan Rekayasa Sistem Cerdas*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2025.
- [57]V. R. Prasetyo, N. Benarkah, and V. J. Chrisintha, “Implementasi Natural Language Processing Dalam Pembuatan Chatbot Pada Program Information Technology Universitas Surabaya,” *Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 114–121, Jul. 2021, doi: 10.34148/teknika.v10i2.370.
- [58]A. K. Umam, Esti Wijayanti, and Ahmad Abdul Chamid, “Penerapan NLP Pada Chatbot Telegram Untuk Informasi Seputar Handphone,” *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 5, no. 4, pp. 329–339, 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i4.540
- [59]S. HIDAYAT, A. SILVANIE, and R. SUBEKTI, “Chatbot untuk konsultasi akademik mahasiswa menggunakan natural language processing (NLP) di Institut Bisnis dan Informatika Kosgoro 1957,” *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 6, no. 2, pp. 396–410, 2022, doi: 10.52362/jisamar.v6i2.780
- [60]M. Erlangga Fauzi and Tata Sutabri, “PublicTalk: Sistem Chatbot Pintar Berbasis Natural Language Processing untuk Layanan Pemerintahan Digital,” *JOURNAL SAINS STUDENT RESEARCH*, vol. 3, no. 2, pp. 426–433, Apr. 2025, doi: 10.61722/jssr.v3i2.4325.
- [61]F. Fauzi and A. S. Aji, “Aplikasi Chatbot Rekomendasi Laptop Menggunakan Natural Language Processing,” *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 6, no. 3, pp. 1723–1731, Sep. 2025, doi: 10.63447/jimik.v6i3.1483.

- [62]S. Nurhaliza, B. Bustami, and H. A. K. Aidilof, "Implementasi Chatbot AI untuk Rekomendasi Produk Skincare Menggunakan Natural Language Processing," *Jurnal Ilmiah Global Education*, vol. 6, no. 2, pp. 294–303, Jun. 2025, doi: 10.55681/jige.v6i2.3802.
- [63]R. F. Waleska, H. Asnal, R. Rahmiati, and G. Gunadi, "Aplikasi Chatbot Interaktif Pembelajaran Bahasa Pemrograman PHP dengan Algoritma NLP berbasis BERT," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 609–618, 2025. doi: 10.29408/edumatic.v9i3.31427
- [64]T. Hirosawa, Y. Harada, M. Yokose, T. Sakamoto, R. Kawamura, and T. Shimizu, "Diagnostic Accuracy of Differential-Diagnosis Lists Generated by Generative Pretrained Transformer 3 Chatbot for Clinical Vignettes with Common Chief Complaints: A Pilot Study," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 20, no. 4, p. 3378, Feb. 2023, doi: 10.3390/ijerph20043378.
- [65]C. Blanc *et al.*, "FlauBERT vs. CamemBERT: Understanding patient's answers by a French medical chatbot," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 127, p. 102264, May 2022, doi: 10.1016/j.artmed.2022.102264.
- [66]S. Jatmika, "Cognition-Based Document Matching Within the Chatbot Modeling Framework," *Journal of Applied Data Sciences*, vol. 5, no. 2, pp. 613–627, May 2024, doi: 10.47738/jads.v5i2.209.
- [67]A. A. Dzaky *et al.*, "Optimization Chatbot Services Based on DNN-Bert for Mental Health of University Students," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 8, no. 1, pp. 13–21, Jul. 2024, doi: 10.30871/jaic.v8i1.7403.
- [68]K. Peyton and S. Unnikrishnan, "A comparison of chatbot platforms with the state-of-the-art sentence BERT for answering online student FAQs," *Results in Engineering*, vol. 17, p. 100856, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100856.
- [69]S. Devaraju, "Natural Language Processing (NLP) in AI-Driven Recruitment Systems," *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, pp. 555–566, Jun. 2022, doi: 10.32628/CSEIT2285241.
- [70]B. Maheswari and R. Nagarajan, "EduChatbot: Implementing educational Chatbot for assisting the teaching-learning process by NLP-based hybrid heuristic adopted deep learning framework," *Kybernetes*, Jul. 2024, doi: 10.1108/K-01-2024-0103.
- [71]Md. A. H. Wadud, M. F. Mridha, and M. M. Rahman, "Word Embedding Methods for Word Representation in Deep Learning for Natural Language Processing," *Iraqi Journal of Science*, pp. 1349–1361, Mar. 2022, doi: 10.24996/ij.s.2022.63.3.37.
- [72]R. Patil, S. Boit, V. Gudivada, and J. Nandigam, "A Survey of Text Representation and Embedding Techniques in NLP," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 36120–36146, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3266377.
- [73]T. N. Alruqi and S. M. Alzahrani, "Evaluation of an Arabic Chatbot Based on Extractive Question-Answering Transfer Learning and Language Transformers," *AI*, vol. 4, no. 3, pp. 667–691, Aug. 2023, doi: 10.3390/ai4030035.
- [74]J. J. Bird, A. Ekárt, and D. R. Faria, "Chatbot Interaction with Artificial Intelligence: human data augmentation with T5 and language transformer ensemble for text classification," *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 14, no. 4, pp. 3129–3144, Apr. 2023, doi: 10.1007/s12652-021-03439-8.
- [75]A. Nath, R. Sarkar, S. Mitra, and R. Pradhan, "Designing and Implementing Conversational Intelligent Chat-bot Using Natural Language Processing," *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, pp. 262–266, May 2021, doi: 10.32628/CSEIT217351.
- [76]D. Friedman, A. Panigrahi, and D. Chen, "Representing Rule-based Chatbots with Transformers," *arXiv preprint*, 2024.
- [77]D. Dharrao and S. Gite, "TherapyBot: a chatbot for mental well-being using transformers," *International Journal of Advances in Applied Sciences*, vol. 13, no. 1, p. 1, Mar. 2024, doi: 10.11591/ijaas.v13.i1.pp1-12.
- [78]A. Babu and S. B. Boddu, "BERT-Based Medical Chatbot: Enhancing Healthcare Communication through Natural Language Understanding," *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, vol. 13, p. 100419, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.rcsop.2024.100419.
- [79]N. Esfandiari, K. Kiani, and R. Rastgoo, "A conditional generative chatbot using transformer model," *arXiv preprint*, 2023.

- [80]S. Aggarwal, S. Mehra, and P. Mitra, “Multi-purpose NLP chatbot: Design, methodology & conclusion,” *arXiv preprint*, 2023.
- [81]
N. Esfandiari, K. Kiani, and R. Rastgoo, “Transformer-based Generative Chatbot Using Reinforcement Learning,” *Journal of AI and Data Mining*, vol. 12, no. 3, pp. 349–358, 2024, doi:<https://doi.org/10.22044/jadm.2024.14466.2549>
- [82]F. de Arriba-Pérez, S. García-Méndez, F. J. González-Castaño, and E. Costa-Montenegro, “Automatic detection of cognitive impairment in elderly people using an entertainment chatbot with Natural Language Processing capabilities,” *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 14, no. 12, pp. 16283–16298, Dec. 2023, doi: 10.1007/s12652-022-03849-2.
- [83]M. Cherian, E. Bobus, B. S. Jacob, and A. M. Zacheria, “Empowering Laptop Selection with Natural Language Processing Chatbot and Data-Driven Filtering Assistance,” *International Journal on Emerging Research Areas*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi:10.5281/zenodo.12553277
- [84]A. Khadija, F. F. Zahra, and A. Naceur, “AI-Powered Health Chatbots: Toward a general architecture,” *Procedia Computer Science*, vol. 191, pp. 355–360, 2021, doi:10.1016/j.procs.2021.07.048.
- [85]A. Tewari, A. Chhabria, A. S. Khalsa, S. Chaudhary, and H. Kanal, “A Survey of Mental Health Chatbots using NLP,” *SSRN Electronic Journal*, 2021, doi: 10.2139/ssrn.3833914.
- [86]A. R. Kandula, M. Tadiparthi, P. Yakkala, S. Pasupuleti, P. Pagolu, and S. M. Chandrika Potharlanka, “Design and Implementation of a Chatbot for Automated Legal Assistance using Natural Language Processing and Machine Learning,” in *2023 Annual International Conference on Emerging Research Areas: International Conference on Intelligent Systems (AICERA/ICIS)*, IEEE, Nov. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/AICERA/ICIS59538.2023.10420298.
- [87]R. Jegadeesan, D. Srinivas, N. Umapathi, G. Karthick, and N. Venkateswaran, “Personal healthcare chatbot for medical suggestions using artificial intelligence and machine learning,” *European Chemical Bulletin*, vol. 12, no. 3, pp. 6004–6012, 2023. doi:10.31838/ecb/2023.12.s3.670
- [88]P. Ganesan, “Leveraging NLP and AI for Advanced Chatbot Automation in Mobile and Web Applications,” *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 80–83, 2021.
- [89]D. Malvin and A. H. C. Rangkuti, “WhatsApp chatbot customer service using natural language processing and support vector machine,” *International Journal of Emerging Technologies and Advanced Engineering (Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.)*, vol. 12, no. 3, pp. 130–136, 2022. doi:10.46338/ijetae0322_15
- [90]S. Bhardwaz and J. Kumar, “An Extensive Comparative Analysis of Chatbot Technologies - ChatGPT, Google BARD and Microsoft Bing,” in *2023 2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC)*, IEEE, May 2023, pp. 673–679. doi: 10.1109/ICAAIC56838.2023.10140214.
- [91]P. I. Prayitno, R. P. Pujo Leksono, F. Chai, R. Aldy, and W. Budiharto, “Health Chatbot Using Natural Language Processing for Disease Prediction and Treatment,” in *2021 1st International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (ICCSAI)*, IEEE, Oct. 2021, pp. 62–67. doi: 10.1109/ICCSAI53272.2021.9609784.
- [92]H. M. Jadhav, A. Mulani, and M. M. Jadhav, “Design and Development of Chatbot Based on Reinforcement Learning,” in *Machine Learning Algorithms for Signal and Image Processing*, Wiley, 2022, pp. 219–229. doi: 10.1002/9781119861850.ch12.
- [93]V. Gupta, V. Joshi, A. Jain, and I. Garg, “Chatbot for Mental health support using NLP,” in *2023 4th International Conference for Emerging Technology (INCET)*, IEEE, May 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/INCET57972.2023.10170573.
- [94]H. Mangotra, V. Dabas, B. Khetharpal, A. Verma, S. Singhal, and A. K. Mohapatra, “University Auto Reply FAQ Chatbot Using NLP and Neural Networks,” *Artificial Intelligence and Applications*, vol. 2, no. 2, pp. 126–134, Jun. 2023, doi: 10.47852/bonviewAIA3202631.
- [95]G. Attigeri, A. Agrawal, and S. v. Kolekar, “Advanced NLP Models for Technical University Information Chatbots: Development and Comparative Analysis,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 29633–29647, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3368382.

- [96]M. Dongbo, S. Miniaoui, L. Fen, S. A. Althubiti, and T. R. Alsenani, “Intelligent chatbot interaction system capable for sentimental analysis using hybrid machine learning algorithms,” *Information Processing & Management*, vol. 60, no. 5, p. 103440, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.ipm.2023.103440.
- [97]S. Yu, Y. Chen, and H. Zaidi, “AVA: A Financial Service Chatbot Based on Deep Bidirectional Transformers,” *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, vol. 7, Aug. 2021, doi: 10.3389/fams.2021.604842.
- [98]M. Rizki, A. Fitriansyah, and Moh. Narji, “APLIKASI CHATBOT SEBAGAI LAYANAN LIVE CHAT UNTUK PENERIMAAN MAHASISWA BARU MENGGUNAKAN METODE WORD STEMMING DENGAN REGULAR EXPRESSION PATTERN MATCHING,” *JEIS: JURNAL ELEKTRO DAN INFORMATIKA SWADHARMA*, vol. 3, no. 2, pp. 50–62, Jul. 2023, doi: 10.56486/jeis.vol3no2.377.
- [99]N. J. Prottasha *et al.*, “Transfer Learning for Sentiment Analysis Using BERT Based Supervised Fine-Tuning,” *Sensors*, vol. 22, no. 11, p. 4157, May 2022, doi: 10.3390/s22114157.
- [100]A. Özçift, K. Akarsu, F. Yumuk, and C. Söylemez, “Advancing natural language processing (NLP) applications of morphologically rich languages with bidirectional encoder representations from transformers (BERT): an empirical case study for Turkish,” *Automatika*, vol. 62, no. 2, pp. 226–238, Apr. 2021, doi: 10.1080/00051144.2021.1922150.
- [101]H. Lee, J. Kang, and J. Yeo, “Medical Specialty Recommendations by an Artificial Intelligence Chatbot on a Smartphone: Development and Deployment,” *Journal of Medical Internet Research*, vol. 23, no. 5, p. e27460, May 2021, doi: 10.2196/27460.
- [102]C. B. Chandrakala, R. Bhardwaj, and C. Pujari, “An intent recognition pipeline for conversational AI,” *International Journal of Information Technology*, vol. 16, no. 2, pp. 731–743, Feb. 2024, doi: 10.1007/s41870-023-01642-8.
- [103]D. Bratić, M. Šapina, D. Jurečić, and J. Žiljak Gršić, “Centralized Database Access: Transformer Framework and LLM/Chatbot Integration-Based Hybrid Model,” *Applied System Innovation*, vol. 7, no. 1, p. 17, Feb. 2024, doi: 10.3390/asi7010017.