

KAJIAN SISTEMATIS PERKEMBANGAN NLP PADA ASISTEN VIRTUAL DI ERA TEKNOLOGI DIGITAL

SYSTEMATIC REVIEW OF NLP DEVELOPMENT IN VIRTUAL ASSISTANTS IN DIGITAL ERA

Nugroho Riziq D.N.S¹, Yudha Anggara², M.Afandi³, Erna Daniati^{4*}, Wahyu Eka Prasetyaningtyas⁵

*E-mail: ernadaniati@unpkediri.ac.id

^{1,2,3,4}Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

⁵Bimbingan dan Konseling, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Pengetahuan Sosial, Universitas Indraprasta
PGRI Jakarta

Abstrak

Penelitian ini mengkaji perkembangan riset *Natural Language Processing* (NLP) pada sistem asisten virtual periode 2019-2024 melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan kerangka *scoping review* berbasis protokol PRISMA-ScR. Sebanyak 50 publikasi ilmiah yang bersumber dari Google Scholar, IEEE Xplore, Springer Nature Link, dan portal Sinta dianalisis secara sistematis. Hasil kajian menunjukkan peningkatan publikasi yang konsisten sepanjang periode kajian, dengan lonjakan signifikan pada 202-2024 seiring adopsi luas arsitektur berbasis *Transformer* seperti BERT dan IndoBERT. Metode *deep learning*, khususnya model berbasis BERT (32%) dan arsitektur LSTM/Bi-LSTM (28%), mendominasi pengembangan NLP pada asisten virtual dengan akurasi mencapai 88-97% untuk tugas klasifikasi teks bahasa Indonesia. Sektor pendidikan menjadi domain penerapan yang paling banyak dikaji (38%), diikuti layanan pelanggan (26%), kesehatan (14%), layanan publik (12%), dan *e-commerce* (10%). Tiga tantangan utama yang secara konsisten teridentifikasi meliputi keterbatasan ketersediaan *dataset* bahasa Indonesia berkualitas, kesulitan penanganan variasi bahasa informal dan *code-switching*, serta minimnya riset yang membahas dimensi etika dalam penerapan asisten virtual. Sintesis temuan juga mengungkapkan bahwa keberhasilan pengembangan asisten virtual berbasis NLP dipengaruhi oleh kematangan teknologi, ketersediaan *dataset*, spesifisitas domain, dan kualitas desain interaksi. Dengan demikian, penelitian ini merekomendasikan perluasan pengembangan korpus bahasa Indonesia, eksplorasi *transfer learning* lintas bahasa, serta penelitian yang lebih luas mengenai pengalaman pengguna dan etika AI untuk mendukung implementasi asisten virtual yang efektif, adaptif, dan bertanggung jawab di era digital.

Kata kunci: Asisten Virtual; BERT; Chatbot; Deep Learning; Natural Language Processing; Scoping Review.

Abstract

This study examines the development of *Natural Language Processing* (NLP) research in virtual assistant systems during the 2019–2024 period using a *Systematic Literature Review* (SLR) approach with a *scoping review* framework based on the PRISMA-ScR protocol. A total of 50 scientific publications sourced from Google Scholar, IEEE Xplore, Springer Nature Link, and the Sinta portal were systematically analyzed. The results indicate a consistent increase in publications throughout the study period, with a significant surge in 2023–2024 coinciding with the widespread adoption of *Transformer*-based architectures such as BERT and IndoBERT. Deep learning methods, particularly BERT-based models (32%) and LSTM/Bi-LSTM

architectures (28%), dominate NLP development in virtual assistants, achieving accuracy rates of 88–97% for Bahasa Indonesia text classification tasks. The education sector constitutes the most frequently studied application domain (38%), followed by customer service (26%), healthcare (14%), public services (12%), and e-commerce (10%). Three primary challenges were consistently identified across studies: the limited availability of high-quality labeled Bahasa Indonesia datasets, difficulties in handling informal language variation and code-switching, and the scarcity of research addressing ethical dimensions of virtual assistant deployment. The synthesis of findings further reveals that the successful development of NLP-based virtual assistants is influenced by technological maturity, dataset availability, domain specificity, and interaction design quality. Therefore, this study recommends the expansion of Bahasa Indonesia corpus development, exploration of cross-lingual transfer learning, and broader research into user experience and AI ethics to support effective, adaptive, and responsible virtual assistant implementation in the digital era.

Keywords: *Asisten Virtual; BERT; Chatbot; Deep Learning; Natural Language Processing; Scoping Review.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan mendasar dalam cara manusia berinteraksi dengan sistem komputer, salah satunya melalui kehadiran asisten virtual yang semakin canggih. Asisten virtual merupakan sistem berbasis kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang dirancang untuk memahami, memproses, dan merespons bahasa manusia secara alami, baik dalam bentuk teks maupun suara. Kemampuan ini dimungkinkan oleh *Natural Language Processing* (NLP), sebuah cabang ilmu kecerdasan buatan yang memungkinkan mesin untuk menginterpretasikan dan menghasilkan bahasa manusia secara komputasional. Dalam dekade terakhir, penerapan NLP pada asisten virtual telah berkembang pesat, dari pemrosesan perintah sederhana berbasis aturan (*rule-based*) hingga kemampuan memahami konteks percakapan yang kompleks dan *multiturn*.

Dalam konteks global, riset NLP dan asisten virtual mengalami akselerasi signifikan pasca kemunculan model bahasa berskala besar (*large language models*) seperti GPT, BERT, dan variannya, yang terbukti mampu meningkatkan kualitas pemahaman dan generasi teks secara substansial. Teknologi ini telah diimplementasikan pada berbagai platform digital, mulai dari asisten pribadi seperti Siri dan Google Assistant, hingga sistem *chatbot* layanan pelanggan dan platform pendidikan interaktif. Di Indonesia, minat penelitian terhadap pengembangan asisten virtual berbasis NLP juga terus meningkat, khususnya untuk mendukung layanan informasi di sektor pendidikan, kesehatan, pemerintahan, dan *e-commerce*. Beragam penelitian telah mengeksplorasi penerapan BERT, LSTM, dan arsitektur *Transformer* untuk memproses teks bahasa Indonesia yang memiliki karakteristik morfologi dan struktur kalimat yang unik.

Meskipun demikian, kajian sistematis yang secara khusus memetakan perkembangan metode NLP pada asisten virtual dalam konteks bahasa Indonesia dan membandingkannya dengan tren global masih sangat terbatas. Sebagian besar tinjauan literatur yang ada berfokus pada domain spesifik seperti *chatbot* pendidikan atau analisis sentimen, tanpa memberikan gambaran menyeluruh mengenai evolusi teknologi NLP lintas domain dalam konteks asisten virtual. Celah pengetahuan ini perlu diisi melalui kajian yang komprehensif, terstruktur, dan dapat direplikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perkembangan riset NLP pada asisten virtual melalui empat aspek utama: (1) tren pertumbuhan publikasi dari tahun ke tahun, (2) metode dan arsitektur NLP yang digunakan, (3) domain penerapan asisten virtual, dan (4) tantangan serta arah penelitian masa depan. Melalui pendekatan *scoping review* berbasis protokol PRISMA-ScR

terhadap 50 artikel ilmiah, kajian ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif mengenai lanskap riset NLP pada asisten virtual, sekaligus mengidentifikasi peluang pengembangan lebih lanjut, baik dalam konteks global maupun nasional.

1.1 Latar Belakang

Transformasi digital yang dipercepat oleh pandemi COVID-19 mendorong adopsi teknologi percakapan otomatis secara masif di berbagai sektor. Asisten virtual berbasis NLP tidak lagi sekadar alat bantu teknis, melainkan telah berkembang menjadi komponen integral dalam ekosistem layanan digital yang modern. Dalam konteks akademik, *chatbot* berbasis NLP digunakan untuk menjawab pertanyaan mahasiswa secara *real-time*, memberikan panduan akademik, dan mendukung proses pembelajaran interaktif. Dalam sektor layanan pelanggan, asisten virtual memungkinkan penanganan ribuan pertanyaan secara simultan dengan konsistensi dan kecepatan yang jauh melampaui kemampuan manusia.

Perkembangan metode NLP sendiri telah melewati beberapa generasi yang masing-masing membawa lompatan kualitas yang signifikan. Pendekatan berbasis aturan (*rule-based*) yang mengandalkan pola dan kamus kata menjadi fondasi awal, kemudian digantikan oleh metode statistik dan *machine learning* klasik seperti *Naive Bayes* dan *Support Vector Machine* yang mampu belajar dari data. Era *deep learning* kemudian menghadirkan arsitektur rekuren seperti LSTM dan Bi-LSTM yang unggul dalam memproses data sekuensial, sebelum akhirnya model berbasis *Transformer* merevolusi seluruh bidang NLP dengan mekanisme *self-attention* yang memungkinkan pemahaman konteks jarak jauh dalam teks.

Untuk bahasa Indonesia, tantangan pengembangan NLP bersifat unik mengingat karakteristik bahasa yang kaya akan afiksasi, keberagaman dialek, serta tingginya penggunaan campur kode (*code-switching*) antara bahasa Indonesia, bahasa daerah, dan bahasa Inggris dalam komunikasi sehari-hari. Kehadiran model IndoBERT dan IndoNLU sebagai sumber daya NLP yang dikembangkan khusus untuk bahasa Indonesia menandai babak baru dalam pengembangan asisten virtual berbasis NLP di Indonesia. Dengan demikian, pemetaan perkembangan riset ini menjadi sangat relevan untuk memahami sejauh mana kemajuan yang telah dicapai dan tantangan apa yang masih perlu diatasi.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan kerangka *scoping review* yang mengacu pada pedoman Arksey dan O'Malley (2005) yang disempurnakan oleh Levac et al. (2010), serta protokol pelaporan PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*). Pendekatan *scoping review* dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang bersifat pemetaan (*mapping*) terhadap ruang lingkup dan perkembangan literatur NLP pada asisten virtual secara luas, tanpa membatasi diri pada desain penelitian atau intervensi tertentu sebagaimana yang lazim dalam *systematic review* konvensional.

Kajian ini dirumuskan melalui tiga pertanyaan penelitian utama: (RQ1) bagaimana tren perkembangan teknologi NLP dalam pengembangan asisten virtual selama 2019–2024; (RQ2) metode dan arsitektur NLP apa yang paling dominan serta kontribusinya terhadap kualitas interaksi manusia-mesin; dan (RQ3) tantangan apa yang dihadapi dalam implementasi NLP pada asisten virtual beserta arah penelitian yang perlu dikembangkan ke depan.

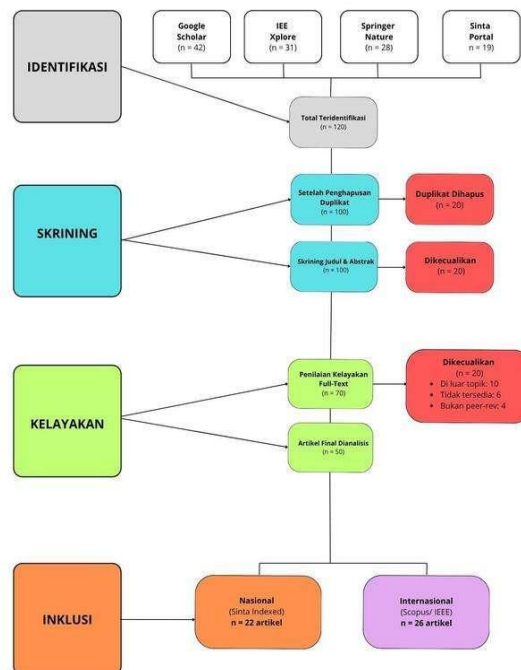
Pencarian literatur dilakukan pada empat basis data ilmiah, yaitu Google Scholar, IEEE Xplore, Springer Nature Link, dan portal jurnal Sinta, mencakup publikasi tahun 2019–2024. Kata kunci disusun dalam dua bahasa menggunakan operator Boolean AND/OR: ("*Natural Language Processing*" OR "NLP" OR "pemrosesan bahasa alami") AND ("*virtual assistant*" OR "asisten

virtual" OR "*chatbot*") AND ("BERT" OR "LSTM" OR "*Transformer*" OR "*word embedding*" OR "*deep learning*").

Kriteria inklusi mencakup publikasi *peer-reviewed* berbahasa Indonesia dan Inggris yang membahas NLP pada asisten virtual atau *chatbot*, terbit 2019–2024, tersedia dalam *full-text*, serta terindeks Sinta, Scopus, atau IEEE. Artikel dieksklusi apabila diterbitkan sebelum 2019, tidak melalui *peer-review*, atau berada di luar domain NLP dan kecerdasan buatan.

Tahapan seleksi mengikuti alur PRISMA-ScR sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Dari 120 artikel teridentifikasi, 20 dieliminasi sebagai duplikat, penyaringan judul dan abstrak menghasilkan 70 artikel relevan, dan setelah penilaian kelayakan *full-text* diperoleh 50 artikel final. Berbeda dengan *systematic review* konvensional, *scoping review* tidak mensyaratkan penilaian kualitas artikel secara formal, melainkan berfokus pada pemetaan karakteristik dan cakupan literatur. Proses seleksi dilakukan secara independen oleh dua anggota tim dengan tingkat kesepakatan diukur menggunakan koefisien Cohen's Kappa ($\kappa \geq 0,80$). Ekstraksi dan pemetaan data (*charting*) dilakukan menggunakan formulir terstandar yang mencakup identitas artikel, metode NLP, domain aplikasi, metrik evaluasi, dan temuan utama. Sintesis dilakukan secara naratif-tematik berdasarkan pengelompokan metode NLP, domain penerapan, dan konteks bahasa.

Gambar 1. Flow Diagram Seleksi Literatur Berbasis PRISMA-ScR
Kajian Sistematis NLP pada Asisten Virtual, 2019-2024



Gambar 1. Flow diagram seleksi literatur berbasis PRISMA-ScR

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Metode Penelitian pada Literatur yang Dianalisis

Metode Penelitian	Jumlah
Pengembangan sistem (design & development)	18

Metode Penelitian	Jumlah
Eksperimental	12
Survei / kuantitatif	8
Studi kasus	6
Komparatif	4
Kajian literatur	2
Jumlah	50

Dari 50 publikasi yang dianalisis, metode pengembangan sistem (*design and development*) mendominasi dengan 18 artikel, mencerminkan bahwa riset NLP pada asisten virtual masih didominasi oleh orientasi pembangunan dan implementasi sistem. Metode eksperimental menempati posisi kedua dengan 12 artikel yang umumnya menguji performa model NLP pada *dataset* tertentu. Survei dan studi kuantitatif (8 artikel) digunakan untuk mengevaluasi penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap asisten virtual yang telah dikembangkan. Secara umum, terdapat tren bahwa riset NLP pada asisten virtual lebih menekankan pada validasi teknis dan pengembangan praktis dibandingkan kajian konseptual atau teoretis.

Tabel 2. Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun

Tahun	Nasional	Internasional	Jumlah
2019	1	2	3
2020	2	3	5
2021	3	4	7
2022	4	5	9
2023	7	7	14
2024	5	7	12
Jumlah	22	28	50

Distribusi publikasi menunjukkan tren pertumbuhan yang konsisten selama 2019–2024. Lonjakan signifikan terjadi pada 2023 dengan 14 artikel, bertepatan dengan meluasnya adopsi teknologi *Transformer* dan model bahasa berskala besar (*large language models*) secara global. Pada level nasional, publikasi meningkat dari hanya 1 artikel pada 2019 menjadi 7 artikel pada 2023, menunjukkan percepatan minat penelitian NLP berbasis asisten virtual di Indonesia. Pada level internasional, pertumbuhan terjadi lebih awal dan lebih stabil, dengan puncak penelitian juga pada periode 2023–2024 seiring maraknya pemanfaatan model *Generative AI* seperti ChatGPT dan Gemini dalam pengembangan asisten virtual.

Tabel 3. Distribusi Metode NLP pada Literatur yang Dianalisis

Metode NLP	Contoh Teknik	Jumlah	Persentase
Berbasis Transformer	BERT, IndoBERT, GPT	16	32%
Deep learning sekuensial	LSTM, Bi-LSTM, RNN	14	28%
Machine learning tradisional	Naive Bayes, SVM, TF-IDF	10	20%
Rule-based / klasik	Regex, AIML, pattern matching	6	12%
Hibrid / ensemble	BERT + LSTM, ML + aturan	4	8%
Jumlah		50	100%

Berdasarkan analisis, model berbasis *Transformer* merupakan metode yang paling banyak diteliti dengan 16 publikasi (32%). LSTM dan Bi-LSTM menempati posisi kedua dengan 14 publikasi (28%), yang banyak digunakan pada penelitian yang membutuhkan pemrosesan data sekuensial dengan sumber daya komputasi terbatas. Terdapat tren bahwa asisten virtual di tingkat nasional lebih banyak dikembangkan menggunakan LSTM dan pendekatan *machine learning* klasik karena pertimbangan efisiensi komputasi, sementara publikasi internasional menunjukkan adopsi *Transformer* yang lebih cepat dan masif. Pendekatan hibrida muncul dalam jumlah kecil (4 publikasi), namun menunjukkan potensi menarik dalam menggabungkan keunggulan beberapa arsitektur sekaligus.

Tabel 4. Domain Penerapan Asisten Virtual pada Literatur Nasional

Domain Penerapan	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Pendidikan & akademik	0	1	1	2	3	2	9
Layanan pelanggan	1	1	1	1	2	1	7
Pemerintahan & publik	0	0	1	1	1	1	4
Kesehatan	0	0	0	0	1	1	2
Jumlah	1	2	3	4	7	5	22

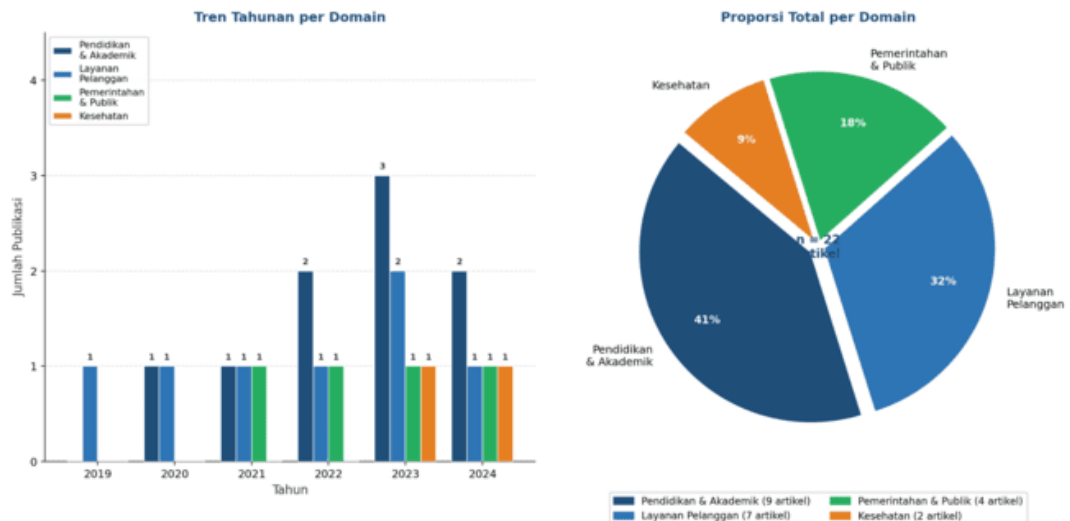
Tabel 5. Domain Penerapan Asisten Virtual pada Literatur Internasional

Domain Penerapan	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Pendidikan & akademik	1	1	1	2	2	3	10
Layanan pelanggan	1	1	1	1	2	0	6
Kesehatan	0	1	1	1	1	1	5
Pemerintahan & publik	0	0	1	1	2	2	6
Pariwisata & e-commerce	0	0	0	0	0	1	1

Domain Penerapan	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Jumlah	2	3	4	5	7	7	28

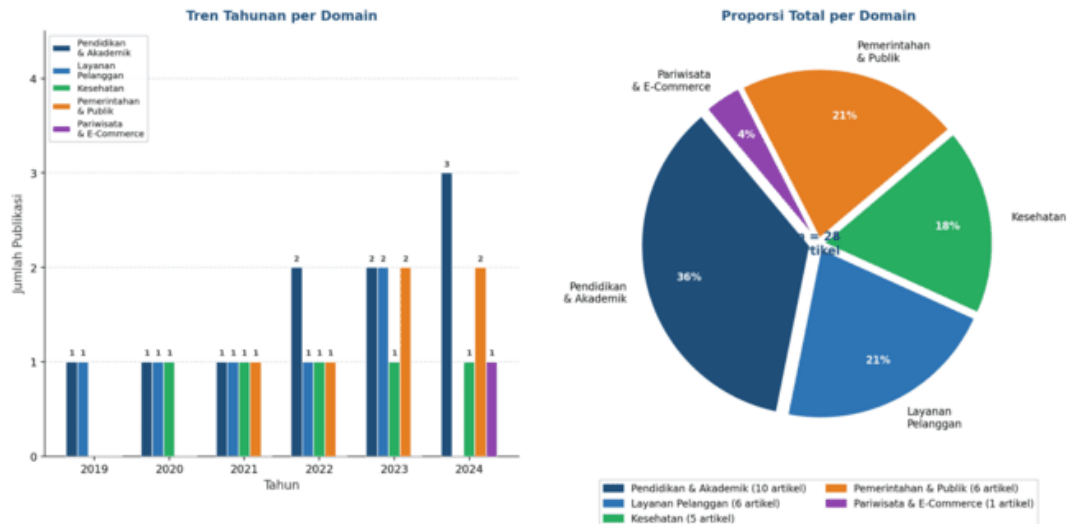
Distribusi domain menunjukkan bahwa sektor pendidikan mendominasi baik pada publikasi nasional (9 artikel) maupun internasional (10 artikel), menjadikan total 19 artikel (38%) dari keseluruhan korpus. Hal ini mencerminkan tingginya kebutuhan institusi pendidikan akan sistem layanan informasi yang efisien dan dapat diakses kapan saja. Pada tingkat nasional, fokus penelitian masih terpusat pada pendidikan dan layanan pelanggan, sementara penelitian internasional menunjukkan cakupan yang lebih merata lintas domain termasuk kesehatan dan pemerintahan. Pola ini mengindikasikan bahwa riset nasional masih berada pada tahap eksplorasi domain inti, sementara riset global telah bergerak menuju penerapan yang lebih spesifik dan beragam.

Gambar 2. Domain Penerapan Asisten Virtual Berbasis NLP pada Publikasi Nasional
Kajian Sistematis, 2019-2024 | Total: 22 Artikel Nasional



Gambar 2. Domain Penerapan Asisten Virtual Berbasis NLP pada Publikasi Nasional

Gambar 3. Domain Penerapan Asisten Virtual Berbasis NLP pada Publikasi Internasional
Kajian Sistematis, 2019–2024 | Total: 28 Artikel Internasional



Gambar 3. Domain Penerapan Asisten Virtual Berbasis NLP pada Publikasi Internasional

3.1 Pembahasan

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa perkembangan riset NLP pada asisten virtual selama 2019–2024 membentuk pola yang semakin matang dan beragam, dengan tiga generasi pendekatan yang berkembang secara bertahap. Pergeseran dari metode berbasis aturan (*rule-based*) menuju *deep learning* berbasis *Transformer* mencerminkan dinamika yang serupa dengan yang terjadi pada riset *chatbot* di bidang lain, di mana kecanggihan arsitektur model menjadi faktor pembeda utama dalam kualitas sistem yang dihasilkan.

Pada aspek metode NLP, model berbasis BERT dan IndoBERT secara konsisten melaporkan performa tertinggi dengan akurasi antara 88% hingga 97% pada berbagai *dataset* bahasa Indonesia, khususnya untuk tugas klasifikasi *intent* dan pengenalan entitas bernama (*named entity recognition*). Sebagai perbandingan, arsitektur LSTM dan Bi-LSTM menghasilkan akurasi 80–92%, sementara pendekatan *machine learning* tradisional berada pada rentang 72–85%. Perbedaan performa yang cukup signifikan ini menegaskan keunggulan model *Transformer* dalam menangkap konteks dan nuansa bahasa, meskipun disertai konsekuensi kebutuhan sumber daya komputasi yang lebih besar. Penelitian yang menggunakan pendekatan hibrida BERT dan LSTM melaporkan akurasi yang kompetitif dengan kebutuhan komputasi yang lebih efisien, menjadikannya alternatif menarik untuk implementasi pada lingkungan dengan infrastruktur terbatas.

3.2 Klasifikasi Tantangan dalam Pengembangan Asisten Virtual Berbasis NLP

Berdasarkan analisis lintas artikel, teridentifikasi empat kategori tantangan utama yang secara konsisten disebutkan dalam literatur yang dikaji:

- **Keterbatasan data.** Minimnya *dataset* Bahasa Indonesia yang berkualitas, berlabel, dan beragam domain menjadi hambatan terbesar dalam pengembangan model NLP yang *generalisable*. Sebagian besar penelitian nasional bergantung pada *dataset* yang dibangun secara mandiri dengan skala terbatas, sehingga kemampuan model sulit diverifikasi secara independen.
- **Kompleksitas linguistik.** Penanganan variasi bahasa informal, singkatan, campur kode antara Bahasa Indonesia dan bahasa daerah atau Bahasa Inggris, serta keberagaman dialek regional

belum tertangani secara optimal oleh model yang ada, khususnya dalam konteks percakapan spontan.

- **Integrasi multimodal.** Pengembangan asisten virtual yang mengintegrasikan komponen pemrosesan suara (*speech-to-text*) dengan modul NLP berbasis teks dalam satu sistem yang kohesif masih relatif jarang dikaji, membuka peluang penelitian yang signifikan pada antarmuka multimodal.
- **Dimensi etika dan privasi.** Minimnya kajian yang membahas aspek etika, keamanan data, dan privasi pengguna dalam pengembangan dan penerapan asisten virtual menjadi celah kritis yang perlu segera diisi, mengingat semakin luasnya adopsi teknologi ini di berbagai sektor publik.

3.3 Integrasi Temuan dan Implikasi Penelitian

Hasil analisis memperkuat sejumlah temuan dari penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa kualitas interaksi asisten virtual tidak semata-mata ditentukan oleh kecanggihan arsitektur NLP yang digunakan, tetapi juga oleh kualitas data pelatihan, desain alur percakapan, dan kesesuaian antara kapabilitas sistem dengan ekspektasi pengguna. Penelitian yang mengembangkan *chatbot* berbasis BERT untuk layanan informasi akademik, misalnya, melaporkan bahwa akurasi model yang tinggi tidak serta-merta menghasilkan kepuasan pengguna yang tinggi apabila desain antarmuka percakapan tidak intuitif atau respons sistem tidak natural.

Temuan ini selaras dengan perspektif yang menekankan pentingnya pendekatan *human-centered AI* dalam pengembangan asisten virtual, di mana keberhasilan implementasi tidak hanya diukur dari metrik teknis seperti akurasi dan *F1-score*, tetapi juga dari dimensi pengalaman pengguna (*user experience*), aksesibilitas, dan dampak sosial yang lebih luas. Dengan demikian, arah pengembangan riset selanjutnya harus mulai menyeimbangkan antara optimalisasi algoritme dan peningkatan kualitas interaksi yang empatik serta inklusif.

3.4 Tantangan dan Arah Penelitian ke Depan

Pengembangan asisten virtual berbasis NLP di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai tantangan struktural dan teknis. Untuk menjawab tantangan tersebut, arah penelitian ke depan perlu menitikberatkan pada tiga hal utama. Pertama, pengembangan *dataset* bahasa Indonesia yang lebih komprehensif, beragam domain, dan tersedia secara terbuka (*open-source*) untuk mendukung replikasi serta validasi model secara independen. Kedua, eksplorasi pendekatan *cross-lingual transfer learning* yang memungkinkan pemanfaatan model bahasa berskala besar dari bahasa lain untuk meningkatkan performa NLP bahasa Indonesia tanpa memerlukan data pelatihan dalam jumlah besar. Ketiga, perluasan fokus kajian dari yang semata-mata berorientasi teknis menuju dimensi yang lebih holistik, mencakup pengalaman pengguna jangka panjang, aspek etika kecerdasan buatan, serta regulasi yang menjamin keamanan dan privasi dalam penerapan asisten virtual di sektor publik. Kolaborasi lintas disiplin antara pengembang teknologi, linguist, pendidik, dan pembuat kebijakan juga sangat diperlukan agar asisten virtual dapat benar-benar berperan sebagai inovasi yang adaptif, inklusif, dan berorientasi pada kebutuhan pengguna.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian sistematis terhadap 50 artikel ilmiah periode 2019–2024 menghasilkan beberapa temuan utama mengenai perkembangan NLP pada asisten virtual di era teknologi digital. Terdapat pergeseran paradigma yang jelas dari pendekatan berbasis aturan (*rule-based*) menuju model *deep learning*, dengan arsitektur *Transformer*, khususnya BERT dan IndoBERT, menjadi metode yang paling banyak diadopsi dan menghasilkan performa tertinggi dengan akurasi 88–97% pada tugas NLP bahasa Indonesia. Sektor pendidikan merupakan domain penerapan yang paling

banyak dikaji (38%), mencerminkan tingginya kebutuhan akan otomasi layanan informasi akademik. Lonjakan publikasi pada 2023–2024 mengindikasikan bahwa minat riset terhadap NLP dalam asisten virtual terus bertumbuh seiring perkembangan teknologi AI generatif (*generative AI*), baik di tingkat nasional maupun internasional.

Pada tingkat nasional, penelitian masih berfokus pada pengembangan asisten virtual untuk pendidikan dan layanan pelanggan menggunakan arsitektur LSTM dan BERT, sementara penelitian internasional menunjukkan variasi yang lebih luas dengan eksplorasi pada domain kesehatan, pemerintahan, dan penerapan model berbasis LLM (*large language models*). Meskipun demikian, sejumlah tantangan masih memerlukan perhatian serius, di antaranya keterbatasan *dataset* bahasa Indonesia berkualitas, kompleksitas penanganan variasi bahasa informal dan campur kode (*code-switching*), serta minimnya kajian yang mengintegrasikan aspek etika dalam pengembangan sistem.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Mengembangkan *dataset* bahasa Indonesia yang lebih komprehensif dan beragam domain.
2. Mengeksplorasi pendekatan *transfer learning* dan *few-shot learning* lintas bahasa untuk mengatasi keterbatasan data.
3. Memperluas fokus kajian ke dimensi pengalaman pengguna (*user experience*), etika AI, dan regulasi privasi.
4. Mendorong kolaborasi lintas disiplin antara pengembang teknologi, linguist, dan pemangku kebijakan.

Hasil kajian ini diharapkan menjadi referensi yang berguna bagi peneliti maupun praktisi dalam merancang sistem asisten virtual berbasis NLP yang lebih adaptif, inklusif, dan bertanggung jawab secara etis di era digital.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Acharya, S. et al., "BERT Applications in Natural Language Processing: Literature Review," *Artificial Intelligence Review*, 2025. doi: 10.1007/s10462-025-11162-5.
- [2] Aisera, "Understanding NLP in Virtual Assistants," Aisera Blog, 2023. [Online]. Available: <https://aisera.com/blog/understanding-nlp-virtual-assistant/>.
- [3] Alja, F. M., Daniati, E., and Ristyawan, A., "Perancangan UI/UX E-Commerce Menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," *Journal of Information System Management (JOISM)*, vol. 6, no. 1, pp. 93–101, 2024. doi: 10.24076/joism.2024v6i1.1669.
- [4] Anindyati, L., "Analisis dan Perancangan Aplikasi Chatbot Menggunakan Framework Rasa (Studi Kasus: Chatbot Penerimaan Mahasiswa Baru Politeknik Astra)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 10, no. 2, pp. 291–300, 2023.
- [5] Bariyah, S. H. and Imania, K. A. N., "Pengembangan Virtual Assistant Chatbot Berbasis WhatsApp Pada Pusat Layanan Informasi Mahasiswa Institut Pendidikan Indonesia - Garut," *Jurnal Petik*, vol. 8, no. 1, pp. 66–79, 2022. doi: 10.31980/jpetik.v8i1.1575.
- [6] Chowdhary, K. R., "NLP Techniques for Automating Responses to Customer Queries: A Systematic Review," *Discover Artificial Intelligence*, 2023. doi: 10.1007/s44163-023-00065-5.
- [7] Daniati, E., "Decision Support System Pemilihan Bidang Pekerjaan," Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 2016. [Online]. Available: <https://repository.unpkediri.ac.id/4185/2/daniati2016.pdf>.
- [8] Daniati, E., "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Karyawan dengan Metode Simple Additive Weighting," Undergraduate thesis, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 2018. [Online]. Available: <https://repository.unpkediri.ac.id/374/>.

- [9] Daniati, E., "Analisis Sentimen Media Sosial Menggunakan Machine Learning," Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 2020. [Online]. Available: <https://repository.unpkediri.ac.id/527/>.
- [10] Daniati, E., "Analisis Sentimen pada Data Twitter Menggunakan Natural Language Processing," Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 2021. [Online]. Available: <https://repository.unpkediri.ac.id/4755/>.
- [11] Daniati, E. et al., "Evaluation Framework for Decision Making Based on Sentiment Analysis," in Proc. Int. Conf. on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA), 2021. [Online]. Available: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021icam.conf...61D/abstract>.
- [12] Daniati, E. and Utama, H., "Analisis Sentimen dengan Pendekatan Ensemble Learning dan Word Embedding pada Twitter," Journal of Information System Management (JOISM), vol. 4, no. 2, pp. 125–131, 2023. doi: 10.24076/joism.2023v4i2.973.
- [13] Daniati, E. et al., "Analisis Sentimen Ulasan Pengguna Aplikasi Menggunakan Natural Language Processing," The Indonesian Journal of Computer Science Research (IJCSR), 2023. [Online]. Available: <https://subset.id/index.php/IJCSR/article/view/208>.
- [14] Daniati, E. et al., "Pelatihan Penggunaan Website sebagai Media Informasi Profil Desa," Kontribusi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/367745114>.
- [15] Daniati, E., "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan: Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode SAW," Kontribusi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2024. [Online]. Available: <https://sitasi.upnjatim.ac.id/index.php/sitasi/article/view/2539>.
- [16] Daniati, E. et al., "Integration of Artificial Intelligence: Systematic Literature Review," in Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi (SITASI), 2024. [Online]. Available: <https://sitasi.upnjatim.ac.id/index.php/sitasi/article/view/2539>.
- [17] Daniati, E. et al., "Pendekatan BERT Dalam Analisis Sentimen Terhadap Media Sosial: Systematic Literature Review," The Indonesian Journal of Computer Science Research (IJCSR), 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/401349693>.
- [18] Daniati, E. et al., "Perbandingan Model BERT dan RNN-LSTM pada Analisis Sentimen: Data Scraping, Preprocessing, Labeling," The Indonesian Journal of Computer Science Research (IJCSR), 2024. [Online]. Available: <https://subset.id/index.php/IJCSR>.
- [19] Fahri, M. and Firmansyah, R., "Rancang Bangun Sistem Akses Pintu Gerbang Berbasis IoT dan NLP: Metode Prototype," Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT), 2024. [Online]. Available: <https://journal.ppmi.web.id/index.php/jcsit/article/view/1299>.
- [20] Febrianto, D. et al., "Implementasi Algoritma Deep Learning pada Aplikasi Speech to Text: Recurrent Neural Network (RNN)," Jurnal Teknik Informatika (SUDO), 2024. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/899329663>.
- [21] Furqan, M., Sriani, and Shidqi, M. N., "Chatbot Telegram Menggunakan Natural Language Processing," Walisongo Journal of Information Technology, vol. 5, no. 1, pp. 15–26, 2023. doi: 10.21580/wjit.2023.5.1.14793.
- [22] Gunawan, A. et al., "Pengembangan Arsitektur Chatbot untuk Layanan: Prototyping," in Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis, 2023. [Online]. Available: <https://ojs.udb.ac.id/Senatib/article/view/5364>.
- [23] Gunawan, R. et al., "Optimasi Chatbot dengan Pemanfaatan Natural Language Processing," Jurnal Komputer Terapan, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/article/view/6181>.

- [24] Haviluddin et al., "Sistem Chatbot Layanan Informasi Mahasiswa Menggunakan NLP dan Machine Learning," *Indonesian Journal on Data Science*, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/387968926>.
- [25] Hidayat, T., "Implementasi Natural Language Processing dalam Chatbot Layanan Informasi," *TEKNIKA*, 2023. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/80331747>.
- [26] Khaqiqi, M. I. T. and Harani, N. H., "Peningkatan Kinerja Chatbot NLP Asisten: Tinjauan Sistematis," *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (J-ICOM)*, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jicom/article/view/8242>.
- [27] Kurniawan, D., "Impact of Natural Language Processing Models on AI: Literature Review," *Frontiers in Artificial Intelligence*, 2023. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence>.
- [28] Lestari, D. A., "Analisis Pengaruh Penggunaan Chatbot Berbasis AI: Metode Kuantitatif," *Jurnal Pendidikan Transformatif (JPT)*, 2023. [Online]. Available: <https://jupetra.org/index.php/jpt/article/view/2175>.
- [29] Lestari, W. and Saputra, R., "Implementasi Chatbot Menggunakan Natural Language Processing," *JREIN: Jurnal Rekayasa Informatika*, 2023. [Online]. Available: <https://rekayasainformatika.com/index.php/JREIN/article/view/7>.
- [30] Mubarak, M. S. and Sulistiyowati, N., "Implementasi Natural Language Processing (NLP) pada Chatbot Informasi Sekolah," *Advances in Intelligent Systems Research*, 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/376022776>.
- [31] Mulyatun, S., Utama, H., and Mustopa, A., "Decision Making Framework Based On Sentiment Analysis in Twitter Using SAW and Machine Learning Approach," in *Proc. Int. Conf. on Information and Communication Technology (ICICT)*, 2021. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9331998>.
- [32] Mulyatun, S., Utama, H., and Mustopa, A., "K-Means Clustering With Decision Support System Using SAW," in *Proc. IEEE Int. Conf. on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, 2021.
- [33] Nofiyatni et al., "Implementasi Chatbot Menggunakan LangChain Framework dan Large Language Model," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 2024. [Online]. Available: <https://www.ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/13003>.
- [34] Nugroho, A., "Meninjau Perkembangan Teknologi NLP dan LLM: Grounded Theory Literature Review," *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 2024. [Online]. Available: <https://jpi.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/274>.
- [35] Nurdiansyah, F., Daniati, E., and Ristyawan, A., "Pengembangan Sistem Informasi Kasir Apotek dengan Metode Waterfall," *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 9, no. 3, pp. 752–773, 2022. doi: 10.47668/edusaintek.v9i3.550.
- [36] Nurdin, A., Aji, B. S., Bustamin, A., and Abidin, Z., "Perbandingan Kinerja Word Embedding: Word2Vec, GloVe, dan FastText," *Jurnal Tekno Kompak*, vol. 14, p. 74, 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/348792945>.
- [37] Prasetyo, V. R., Benarkah, N., and Chrisintha, V. J., "Implementasi Natural Language Processing Dalam Pembuatan Chatbot Pada Program Information Technology Universitas Surabaya," *Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 114–121, 2021. doi: 10.34148/teknika.v10i2.370.
- [38] Pratama, A. and Sari, D., "Asisten Virtual sebagai Pusat Layanan Informasi: Text Processing, Intent Recognition," *Juwara: Jurnal Wawasan dan Aksara*, 2022. [Online]. Available: <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/dinamika/article/view>.
- [39] Pratama, A. R., "Asisten Virtual sebagai Pusat Layanan Informasi di Perguruan Tinggi: Systematic Literature Review," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 2024. [Online]. Available: <https://www.djournals.com/klik/article/view/1222>.

- [40] Putra, R. E. et al., "Integrasi Algoritma NLP untuk Peningkatan Kecerdasan Chatbot: Systematic Literature Review," *Jurnal Riset Teknik Komputer (JURTIKOM)*, 2024. [Online]. Available: <https://journal.smartpublisher.id/index.php/jurtikom/article/view>.
- [41] Rahmaya, E. S. et al., "Rancang Bangun Chatbot Berbasis Kecerdasan Buatan: Research and Development," *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 2026. [Online]. Available: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS/article/view/622>.
- [42] Ramadhan, F., "Pengembangan Virtual Assistant Menggunakan Teknologi NLP," *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 2024. [Online]. Available: <https://journal.artei.or.id/index.php/Mars/article/view/1152>.
- [43] Ramadhan, F. et al., "Etika dalam Pengembangan Artificial Intelligence," *Informa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi*, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/386551974>.
- [44] Sari, I. P. et al., "Tren NLP dalam Analisis Sentimen Media Sosial: Systematic Literature Review," *Jurnal ICT: Information Communication & Technology*, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.ikmi.ac.id/index.php/jict-ikmi/article/view/341>.
- [45] Sari, R. P., "Generative Chatbot Berbahasa Indonesia dengan Transformer Architecture," Master's thesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2023. [Online]. Available: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/215207>.
- [46] Saputra, A., "Systematic Literature Review Chatbot: Suatu Perbandingan NLP dan Rule-Based," *JIIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 2024. [Online]. Available: <https://pustikom.uinsc.ac.id/peran-chatbot-dan-virtual-assistant>.
- [47] Setiawan, B. and Munir, M., "Pengaruh Penggunaan Chatbot dan Asisten Virtual: Metode Kuantitatif," *Techno Com*, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/379740396>.
- [48] Silvanie, A. and Subekti, R., "Aplikasi Chatbot Untuk FAQ Akademik di IBI-K57 dengan LSTM dan Penyematan Kata," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 5, no. 1, pp. 19–27, 2022.
- [49] Wahyu, A., Kusriani, K., and Emha, T., "Tinjauan Literatur Sistematis Pemanfaatan Media: Artificial Intelligence dan Chatbot Pendidikan," *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, 2025. [Online]. Available: <https://bookchapter.unnes.ac.id/index.php/kp/article/view/435>.
- [50] Wicaksono, S. et al., "Virtual Assistant Berbasis Artificial Intelligence: Literature Review," in *Proc. Int. Conf. on AI (ICAAAI-25)*, 2025. [Online]. Available: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icaaai-25/12601255>.
- [51] Yuliana, E., "Implementation of Natural Language Processing pada Platform Pembelajaran Digital," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2022. [Online]. Available: <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/12747>.