

Aplikasi Chatbot Interaktif Pembelajaran Bahasa Pemrograman PHP dengan Algoritma NLP berbasis BERT

Rangga Febrio Waleska^{1,*}, Hadi Asnal¹, Rahmiati¹, Gunadi¹

¹ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sains dan Teknologi Indonesia, Indonesia

* Correspondence: ranggafebriowaleska25@gmail.com

Copyright: © 2025 by the authors

Received: 5 Juli 2025 | Revised: 14 Juli 2025 | Accepted: 1 Agustus 2025 | Published: 17 Agustus 2025

Abstrak

Digitalisasi pendidikan mempermudah akses informasi, namun pemula masih kesulitan memahami bahasa pemrograman seperti PHP. Penelitian ini bertujuan mengembangkan chatbot berbasis *Natural Language Processing* (NLP) dengan model Sentence-BERT (all-MiniLM-L6-v2) untuk memahami pertanyaan dalam bahasa alami secara kontekstual. Jenis penelitian ini adalah pengembangan dengan metode prototyping yang mencakup tahapan: identifikasi kebutuhan untuk menentukan fitur yang relevan bagi pengguna; perancangan antarmuka untuk menciptakan tampilan yang intuitif dan mudah digunakan; implementasi sistem berbasis web guna merealisasikan fungsi sistem; serta pengujian menggunakan metode *black box* untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai spesifikasi dan evaluasi *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur tingkat kenyamanan penggunaan. Hasil temuan ini berupa aplikasi chatbot yang mampu mencocokkan pertanyaan pengguna dengan basis data tanya-jawab menggunakan semantic similarity dan semua skenario uji berjalan sesuai harapan. Hasil evaluasi SUS menghasilkan skor 89,58 yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna sangat tinggi. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi NLP dan BERT mampu meningkatkan efektivitas dan kenyamanan dalam pembelajaran mandiri bahasa pemrograman, serta berpotensi diterapkan pada platform edukasi lainnya.

Kata kunci: bert; chatbot; natural language processing; pembelajaran bahasa pemrograman

Abstract

The digitalization of education facilitates access to information; however, beginners still face challenges in understanding programming languages such as PHP. This study aims to develop a chatbot based on Natural Language Processing (NLP) using the Sentence-BERT model (all-MiniLM-L6-v2) to understand user questions in natural language contextually. The research follows a prototyping development method, consisting of several stages: needs identification to determine relevant features for users; interface design to create an intuitive and user-friendly layout; web-based system implementation to realize system functions; and testing using the black-box method to ensure each feature works as specified, along with usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) to assess user comfort and ease of use. The result is a chatbot application capable of matching user questions with a Q&A database using semantic similarity. All testing scenarios ran as expected. The SUS evaluation yielded a score of 89.58, indicating a very high level of user satisfaction. This research demonstrates that the integration of NLP and BERT can enhance the effectiveness and convenience of independent programming learning and has the potential to be applied to other educational platforms.

Keywords: bert; chatbot; natural language processing; programming language learning

PENDAHULUAN

Digitalisasi pendidikan merupakan langkah inovatif untuk mengembangkan metode pembelajaran, sehingga siswa atau mahasiswa dapat belajar sesuai dengan kebutuhan dan



tantangan zaman yang ada (Muvid et al., 2024). Penguasaan bahasa pemrograman sangat penting sebagai keterampilan digital di era industri 4.0. Oleh karena itu, pengajaran bahasa pemrograman sejak dini, bahkan sebagai mata pelajaran wajib di SMA, dianggap krusial untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan masa depan (Saharuddin & Prihatmono, 2022). Kebutuhan akan keterampilan ini semakin mendesak seiring dengan perkembangan dunia digital yang pesat (Ardani & Setiawan, 2024). Menyadari hal tersebut, transformasi digital di Indonesia kini menjadi prioritas utama dalam pendidikan, guna meningkatkan kualitas pembelajaran dan kompetensi lulusan agar siap bersaing di era Revolusi Industri 4.0 (Hidayat et al., 2022; Febrilio et al., 2024).

Pemula dalam pemrograman sering menghadapi tantangan dalam memahami sintaks, logika, dan proses debugging, yang dapat mengurangi efektivitas pembelajaran, motivasi, dan meningkatkan tingkat putus sekolah. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang personal, responsif, dan mudah diakses guna mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif (Vitriani et al., 2025; Nova et al., 2024).

Salah satu solusi yang semakin populer dalam pendidikan untuk mengatasi tantangan ini adalah chatbot berbasis *Artificial Intelligence* (AI). *Chatbot* ini mendukung siswa dalam belajar dan konsultasi akademik, menjadi inovasi penting dalam *e-learning* dan menghubungkan teknologi dengan pendidikan (Fatonah et al., 2024). Chatbot yang menggunakan Natural Language Processing (NLP) memiliki potensi besar dalam menganalisis pembelajaran daring, termasuk umpan balik dan diskusi mahasiswa. Dengan NLP, pendidik dapat memahami pola keterlibatan mahasiswa dan faktor-faktor yang memengaruhinya (Hartantom et al., 2025). Salah satu algoritma yang digunakan adalah *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT), yang menganalisis kata dalam kalimat dari dua arah untuk menangkap konteks lebih dalam (Maulana et al., 2025).

Meskipun *chatbot* berbasis NLP telah mencapai kemajuan signifikan dalam pendidikan umum, implementasi yang dikhususkan untuk pembelajaran bahasa pemrograman, terutama dalam hal troubleshooting kode dan pendampingan latihan, masih sangat terbatas (Rahmawati & Sudrajat, 2025). Peneliti yang ada umumnya hanya menyoroti kemampuan dasar seperti pengenalan intent dan entitas (Mustaqim et al., 2023; Farhan Saputra & Harefa, 2025), tanpa kemampuan memberikan umpan balik terhadap kesalahan sintaksis atau logika kode. Kendala utama adalah kompleksitas sintaks bahasa pemrograman dan kebutuhan akan pemahaman konteks kode secara mendalam, yang belum banyak diakomodasi dalam penelitian sebelumnya (Prasetyo et al., 2021; Alfiansyah et al., 2025). Oleh karena itu, perlu dikembangkan chatbot NLP yang tidak hanya memahami bahasa alami, tetapi juga mampu menganalisis kode secara real-time untuk memberikan saran solusi yang adaptif dan personal bagi siswa.

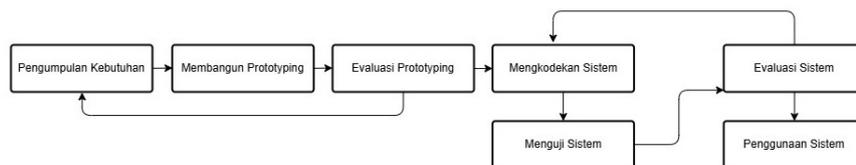
Beberapa penelitian sebelumnya, seperti oleh Nova et al. (2024) dan Apriliani et al. (2023), mengembangkan *chatbot* berbasis GUI dan NLP yang bermanfaat dalam meningkatkan motivasi belajar, namun hanya mencakup materi pemrograman umum tanpa membahas aspek sintaksis atau debugging secara mendalam. Sementara itu, Mustaqim et al. (2023) dan Yusuf et al. (2024) mengembangkan *chatbot* untuk layanan akademik, tetapi belum memanfaatkan model NLP lanjutan seperti BERT. Menurut Tyas et al. (2024), BERT mampu memahami konteks dua arah sehingga dapat menghasilkan respons yang lebih akurat dan relevan. Penelitian kami ini ingin menutupi celah atau kekurangan dari beberapa temuan sebelumnya dengan mengembangkan *chatbot* berbasis web yang difokuskan pada materi dasar pemrograman Hypertext Preprocessor (PHP), termasuk pemahaman sintaksis, serta mengintegrasikan model *Sentence* BERT untuk meningkatkan akurasi pemahaman terhadap pertanyaan pengguna secara kontekstual dan memberikan jawaban yang lebih tepat sasaran.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan chatbot pembelajaran bahasa pemrograman PHP berbasis model BERT untuk mengatasi keterbatasan sistem pembelajaran sebelumnya. PHP dipilih karena merupakan bahasa pemrograman populer dalam pengembangan web dan

banyak diajarkan di jenjang pendidikan menengah hingga perguruan tinggi di Indonesia. *Chatbot* ini dirancang untuk memahami pertanyaan dalam bahasa alami secara kontekstual, memberikan jawaban relevan beserta contoh kode, serta mendukung debugging interaktif. Sistem ini memungkinkan siswa belajar secara mandiri dengan akses informasi yang adaptif dan responsif, sehingga memperluas dukungan pembelajaran tanpa ketergantungan langsung pada pengajar.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping*, untuk memvisualisasikan sistem dan membantu klien memahaminya (Saputra et al., 2023). Proses dimulai dengan penentuan topik dan tujuan *chatbot*, diikuti pengumpulan data melalui observasi mahasiswa baru dan studi literatur dari situs web relevan. Metode ini memungkinkan pengembangan bertahap sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan iteratif metode *prototyping*, mulai dari identifikasi kebutuhan melalui wawancara, observasi, dan studi pustaka. Setelah itu, prototipe awal dikembangkan dan dievaluasi bersama pengguna. Jika masih ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan hingga sistem disetujui. Selanjutnya, dilakukan proses pengkodean, pengujian, dan implementasi sistem.

Observasi menunjukkan mahasiswa baru kesulitan memahami sintaks, debugging, dan konsep dasar PHP. Untuk mengatasi ini, dikembangkan chatbot berbasis *usecase* yang menggunakan model *Sentence-BERT* untuk mencocokkan pertanyaan pengguna dengan 93 data tanya-jawab MySQL melalui *cosine similarity*. Jika nilai kemiripan kurang dari 0,75, proses klarifikasi akan dimulai. Evaluasi skor kemiripan 0,5–1,0 terhadap data uji ditampilkan pada tabel 1 (Fadli et al., 2023).

Tabel 1 Akurasi model

No	Tingkat Akurasi	Penilaian Akurasi
1	0.9 - 1.0	Klasifikasi Sempurna
2	0.8 - 0.9	Klasifikasi Bagus
3	0.7 - 0.8	Klasifikasi Sedang
4	0.6 - 0.7	Klasifikasi Kurang
5	0.5 - 0.6	Klasifikasi Gagal

Kinerja sistem dievaluasi pada Tabel 1 melalui akurasi skor kemiripan. Uji fungsional dilakukan dengan *black box* oleh dua mahasiswa akhir pada delapan skenario. Evaluasi SUS pada Tabel 2 melibatkan sepuluh mahasiswa baru yang belum mempelajari chatbot atau PHP. Setelah demo 10 menit, peserta mencoba *chatbot* 15–20 menit dan mengisi kuesioner secara daring.

Penilaian terhadap tingkat penerimaan dan kemudahan penggunaan (*usability*) *chatbot*, digunakan metode SUS yang disesuaikan dengan konteks pembelajaran pemrograman. Setiap pernyataan dalam kuesioner dievaluasi menggunakan skala *Likert* 1–4. Selanjutnya, untuk

mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap masing-masing pernyataan, digunakan perhitungan persentase indeks (PI) pada persamaan 1.

$$PI = \frac{(S (Skor) \times 100\%}{S Max} \tag{1}$$

Persentase Indeks (PI) diperoleh dari perbandingan antara total skor responden (S) dan skor maksimum (Smax = 40). PI mencerminkan tingkat penerimaan pengguna nilai mendekati 100% menunjukkan kemudahan dan kepuasan tinggi. Tabel 3 menginterpretasikan skor SUS skor tinggi menunjukkan sistem mudah dipahami, skor rendah menandakan hambatan. Interpretasi gambaran terhadap *chatbot*.

Tabel 2 Daftar pernyataan SUS

No	Daftar Pertanyaan
1	Antarmuka chatbot mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna.
2	<i>Chatbot</i> memberikan respons yang sesuai dengan pertanyaan yang diajukan.
3	<i>Chatbot</i> membantu saya dalam memahami materi bahasa pemrograman.
4	<i>Chatbot</i> mudah digunakan tanpa memerlukan banyak panduan.
5	Desain dan tampilan <i>chatbot</i> membuat proses belajar menjadi lebih nyaman.
6	Saya merasa puas menggunakan <i>chatbot</i> ini sebagai media pembelajaran.

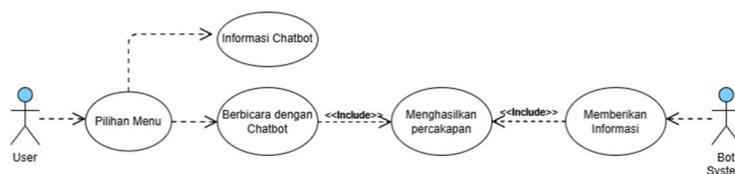
Tabel 3 SUS score

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80,3	A	Excellent
68 – 80,3	B	Good
68	C	Okay
51 – 68	F	Poor
< 51	D	Awful

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis kebutuhan pada sepuluh mahasiswa baru Teknik Informatika menunjukkan kesulitan dalam memahami sintaks, debugging, dan logika dasar pemrograman PHP. Temuan ini menegaskan perlunya media pembelajaran interaktif dan adaptif yang memberikan umpan balik langsung. Oleh karena itu, dikembangkan sistem chatbot pembelajaran berbasis web dengan antarmuka intuitif dan responsif, yang mampu memberikan jawaban cerdas dan kontekstual. Sistem ini mendukung belajar mandiri dan mengatasi keterbatasan media konvensional yang pasif. Kebutuhan sistem mencakup pemrosesan bahasa alami, pencocokan semantik dengan model Sentence-BERT, dan integrasi basis data tanya-jawab untuk menyajikan informasi sesuai kebutuhan pengguna.

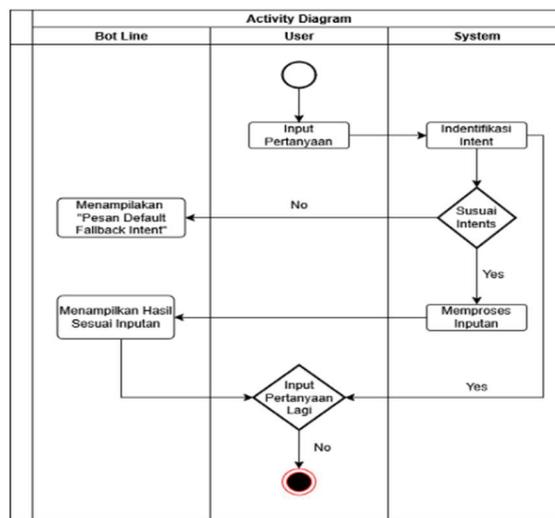


Gambar 2. Usecase diagram

Gambar 2 memperlihatkan diagram *use case* yang menggambarkan peran serta interaksi utama pengguna dengan sistem. Fitur-fitur utama meliputi akses ke materi pembelajaran dan interaksi dengan chatbot. Desain antarmuka disesuaikan dengan kebutuhan pengguna untuk mendukung navigasi yang mudah serta memberikan pengalaman belajar yang efisien dan menyenangkan.

Salah satu komponen penting dalam sistem adalah *chatbot* yang didasarkan pada NLP dengan menggunakan model BERT. Penelitian ini menerapkan *Sentence-BERT* varian *all-MiniLM-L6-v2*, yang berfungsi sebagai ekstraktor embedding semantik. Model ini tidak menjalani proses fine-tuning ulang, tetapi langsung digunakan untuk merepresentasikan makna kalimat. Representasi ini memungkinkan sistem untuk mencocokkan pertanyaan pengguna dengan data yang relevan secara lebih kontekstual.

Model ini mengubah pertanyaan pengguna menjadi representasi vektor numerik (embedding), lalu dilakukan pencocokan dengan daftar pertanyaan-jawaban (QA List) menggunakan metode *cosine similarity*. Jika tidak ditemukan kecocokan yang cukup (nilai skor < 0.75), maka sistem memberikan fallback berupa saran atau permintaan klarifikasi. *Activity diagram* sistem *chatbot* ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Activity diagram

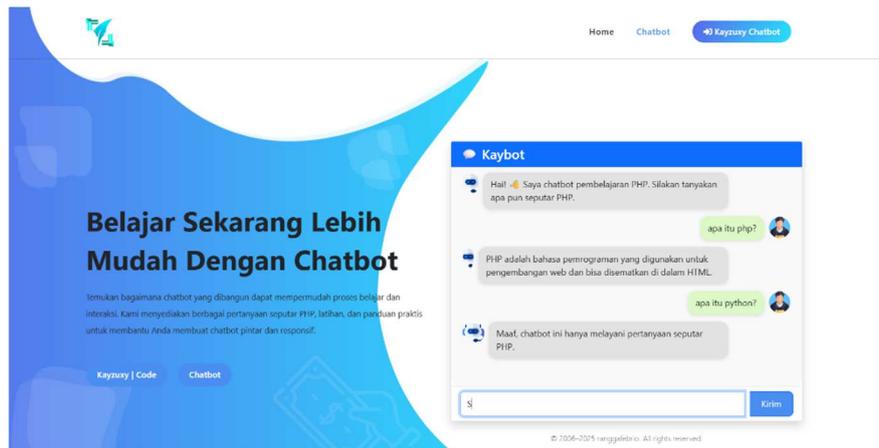


Gambar 4. Halaman beranda

Chatbot ini sepenuhnya mendukung Bahasa Indonesia, karena model yang digunakan telah dilatih khusus menggunakan berbahasa Indonesia. Dengan demikian, sistem dapat memahami konteks dan menjawab pertanyaan dalam Bahasa Indonesia secara efektif, bukan

hanya terbatas pada struktur kalimat sederhana. Antarmuka dirancang berdasarkan use case yang telah diidentifikasi untuk memastikan kemudahan dalam penggunaannya. Gambar 4 menunjukkan halaman beranda yang menyediakan navigasi utama menuju fitur *chatbot* dan pembelajaran dasar PHP.

Selanjutnya, pada gambar 5 menunjukkan alur kerja chatbot dalam memproses pertanyaan pengguna. Sistem menggunakan fungsi *get_bert_embedding()* untuk mengubah pertanyaan menjadi vektor representasi, kemudian mencocokkannya dengan daftar pertanyaan yang tersedia dalam *QA List*. Jika kecocokan tertinggi memiliki skor $\geq 0,75$, maka jawaban yang sesuai akan ditampilkan. Namun, jika tidak ada kecocokan yang memadai, sistem akan memberikan respons fallback sebagai jawaban default.



Gambar 5. Halaman *chatbot*

Setelah proses integrasi model dan basis data QA selesai, dilakukan pengujian kemiripan semantik untuk mengevaluasi kinerja model dalam memahami konteks pertanyaan. Pengujian ini dilakukan terhadap 93 pertanyaan uji yang dibandingkan dengan basis pertanyaan yang telah ada. Model *Sentence-BERT* yang digunakan akan mengonversi setiap pertanyaan menjadi *vektor embedding*, kemudian menghitung tingkat kemiripan antara pertanyaan pengguna dan pertanyaan dalam basis data menggunakan metrik *cosine similarity*.

```

Pertanyaan: apa itu php
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu PHP?' | Skor: 0.9894
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menginstal PHP?' | Skor: 0.4169
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu variabel di PHP?' | Skor: 0.8879
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu array di PHP?' | Skor: 0.8911
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara membuat fungsi di PHP?' | Skor: 0.3825
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu loop di PHP?' | Skor: 0.8751
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu objek di PHP?' | Skor: 0.7873
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu kelas di PHP?' | Skor: 0.7926
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menghubungkan PHP dengan MySQL?' | Skor: 0.3959
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa perbedaan antara GET dan POST di PHP?' | Skor: 0.7297
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu tipe data di PHP?' | Skor: 0.8693
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu operator di PHP?' | Skor: 0.8804
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu konstan di PHP?' | Skor: 0.8126
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara membuat array di PHP?' | Skor: 0.3814
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu string di PHP?' | Skor: 0.8998
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara memanipulasi string di PHP?' | Skor: 0.3963
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu variabel global dan lokal di PHP?' | Skor: 0.6776
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menangani form HTML dengan PHP?' | Skor: 0.4577
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu validasi form di PHP?' | Skor: 0.8036
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menangani file di PHP?' | Skor: 0.4047
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu session di PHP?' | Skor: 0.8785
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara membuat session di PHP?' | Skor: 0.3928
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu cookie di PHP?' | Skor: 0.7666
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara membuat cookie di PHP?' | Skor: 0.3396
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu pengecualian di PHP?' | Skor: 0.7469
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menangani error di PHP?' | Skor: 0.3931
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menggunakan operator logika di PHP?' | Skor: 0.3901
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu switch-case di PHP?' | Skor: 0.7699
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu include dan require di PHP?' | Skor: 0.7944
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menampilkan data di PHP?' | Skor: 0.4345
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu associative array di PHP?' | Skor: 0.8889
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menggunakan foreach di PHP?' | Skor: 0.3658
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu superglobal di PHP?' | Skor: 0.8186
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu PDO di PHP?' | Skor: 0.8282
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara menggunakan PDO untuk MySQL di PHP?' | Skor: 0.4333
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu prepared statement di PHP?' | Skor: 0.8312
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Bagaimana cara mengatur waktu di PHP?' | Skor: 0.4182
Bandingkan: 'apa itu php' vs 'Apa itu autoloading di PHP?' | Skor: 0.8335
    
```

Gambar 6. Hasil pengujian kemiripan pertanyaan

Gambar 6 menunjukkan bahwa model dapat memahami variasi pertanyaan dengan struktur kalimat berbeda namun makna serupa. *Chatbot* memperoleh skor kemiripan tertinggi 0,9894, mencerminkan kemampuannya mengenali konteks pertanyaan dengan akurat. Hasil ini

didukung oleh pengujian fungsional di tabel 4 menggunakan metode *black box*, yang mencakup delapan skenario dengan berbagai bentuk pertanyaan, baik relevan maupun tidak terkait dengan PHP. Semua skenario menghasilkan *output* yang sesuai, baik jawaban tepat maupun tanggapan fallback relevan, sehingga tingkat keberhasilan sistem mencapai 100%. Ini menunjukkan bahwa *chatbot* mampu memahami makna pertanyaan secara semantik dan memberikan respons yang tepat sesuai konteks atau klarifikasi jika pertanyaan tidak sesuai domain.

Tabel 4 . Hasil pengujian *black box*

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Menanyakan definisi PHP	Apa itu PHP?	PHP memiliki fungsi seperti <i>date()</i> , <i>time()</i> , dan <i>strtotime()</i> untuk menangani waktu dan tanggal.	Sesuai
2	Menanyakan <i>cookie</i> PHP	cara membuat <i>cookie</i> PHP?	<i>Cookie</i> dibuat dengan fungsi <i>setcookie()</i> yang menyimpan informasi di browser pengguna.	Sesuai
3	Menanyakan tentang tipe data	Apa itu tipe data di PHP?	PHP memiliki beberapa tipe data seperti <i>integer</i> , <i>float</i> , <i>string</i> , <i>array</i> .	Sesuai
4	Menanyakan menampilkan data	Bagaimana cara menampilkan data di PHP?	Data dapat ditampilkan dengan menggunakan <i>echo()</i> atau <i>print()</i> .	Sesuai
5	Menanyakan tentang objek	Apa itu objek di PHP?	Objek di PHP adalah instansi dari kelas yang berisi properti dan metode.	Sesuai
6	Menanyakan <i>loop</i>	Apa itu <i>loop</i>	Maaf, saya tidak mengerti pertanyaan Anda. Bisa dijelaskan lebih detail?	Sesuai
7	Menanyakan pertanyaan kabar	Apa kabar ?	Maaf, chatbot ini hanya melayani pertanyaan seputar PHP.	Sesuai
8	Menanyakan diluar pembahasan	Apa itu python ?	Maaf, chatbot ini hanya melayani pertanyaan seputar PHP.	Sesuai

Pengujian kepuasan pengguna dilakukan menggunakan metode SUS ntuk menilai kemudahan penggunaan, fungsionalitas, dan kepuasan sistem. Sebanyak 10 responden pemula dalam pembelajaran dasar PHP menjawab enam pernyataan dengan skala Likert 1–4, yaitu: 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Setuju, dan 4 = Sangat Setuju. Hasil pengujian ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sus

Jumlahh Koresponden terhadap Nilai				Jumlah Skor	PI%
STS (1)	TS (2)	S (3)	SS (4)		
0	0	4	6	36	90
0	0	5	5	35	87,5
0	0	4	6	36	90
0	0	4	6	36	90
0	0	4	6	36	90
0	0	4	6	36	90
					89,58%

Hasil pengujian SUS pada tabel 5 menunjukkan rata-rata persentase indeks (PI%) sebesar 89,58%, yang mencerminkan tingkat kepuasan pengguna yang sangat tinggi. Nilai ini

menunjukkan bahwa sistem dinilai sangat baik dalam aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, serta kenyamanan dalam interaksi. Temuan ini mengindikasikan bahwa chatbot pembelajaran PHP yang dikembangkan telah memenuhi ekspektasi pengguna dan layak untuk diterapkan secara lebih luas dalam konteks pembelajaran mandiri. Selain itu, responden juga memberikan umpan balik positif, seperti menyatakan bahwa “*Chatbot* sangat membantu karena respons cepat dan jelas”.

Pembahasan

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa kesulitan dalam memahami sintaks, debugging, dan logika PHP mendorong pengembangan *chatbot* yang berbasis *BERT*, khususnya model *all-MiniLM-L6-v2*. Model ini dipilih karena memiliki bobot yang ringan dan unggul dalam kesamaan semantik tanpa memerlukan *fine-tuning*. Sistem ini memanfaatkan representasi semantik dan *cosine similarity* untuk memahami pertanyaan dalam Bahasa Indonesia secara kontekstual. Fitur utama dari sistem ini mencakup halaman pembelajaran, chatbot interaktif, dan mekanisme *fallback*. Pengujian terhadap 93 pertanyaan menunjukkan akurasi semantik yang tinggi dengan tingkat keberhasilan 100% dalam membedakan antara pertanyaan yang relevan dan tidak relevan. Hasil ini mengonfirmasi bahwa penggunaan model *BERT* mendukung kemampuan sistem dalam memahami konteks pertanyaan pengguna secara akurat, sebagaimana karakteristik utama dari arsitektur *BERT*. Uji *black box* pada delapan skenario memastikan bahwa fungsionalitas sistem berjalan dengan baik.

Hasil pengujian menggunakan metode SUS menunjukkan skor rata-rata sebesar 89,58%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Skor ini mencerminkan bahwa sistem mudah digunakan, informatif, dan nyaman bagi pengguna pemula. Pengguna merasa terbantu dengan antarmuka yang sederhana dan respons chatbot yang relevan. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi model *BERT* berhasil meningkatkan kualitas interaksi dalam proses belajar. Secara keseluruhan, sistem dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran mandiri.

Hasil temuan yang dilakukan Nova et al. (2024) berupa *chatbot* berbasis GUI Python dengan pendekatan pencocokan kata kunci, sistem tersebut belum mampu memahami konteks pertanyaan yang bersifat ambigu atau bervariasi. Sementara itu, Hasil temuan yang dilakukan oleh Apriliani et al. (2023) menerapkan *chatbot* serupa di lingkungan SMK, yang meskipun meningkatkan motivasi belajar siswa, masih memberikan respons yang bersifat statis dan terbatas pada materi tertentu. Pada penelitian kami, dikembangkan sistem chatbot berbasis web yang memanfaatkan model *BERT (all-MiniLM-L6-v2)* dan *cosine similarity* untuk memahami makna pertanyaan secara kontekstual. Sistem ini terbukti mampu menangani pertanyaan ambigu dan memberikan respons yang relevan serta edukatif, yang dibuktikan melalui pengujian semantik dan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi.

Sistem ini efektif mengatasi tantangan pembelajaran mandiri pemrograman, seperti motivasi rendah, kesulitan sintaksis, dan kurangnya bimbingan debugging. Dengan fitur interaktif dan respons adaptif, chatbot berfungsi sebagai tutor digital yang mendorong kemandirian belajar. Sistem ini juga berpotensi untuk pengembangan lebih lanjut dengan integrasi ke platform LMS atau penerapan pada bahasa pemrograman lain seperti Python atau Java dengan penyesuaian basis data.

SIMPULAN

Penelitian ini memperkenalkan inovasi dengan mengintegrasikan model *BERT*, khususnya *Sentence-BERT (all-MiniLM-L6-v2)*, dalam pengembangan chatbot pembelajaran PHP berbahasa Indonesia, yang sebelumnya jarang digunakan secara efektif. Sistem ini dapat mendeteksi konteks pertanyaan terkait PHP melalui pencocokan *keyword matching* dan mencocokkannya dengan basis data pertanyaan-jawaban menggunakan perhitungan kesamaan semantik berbasis *BERT*. Keberhasilan sistem ini dibuktikan dengan evaluasi menggunakan

SUS yang memperoleh skor tinggi 89,58, mencerminkan kepuasan dan efektivitas penggunaan oleh responden. Temuan ini menjawab tantangan utama yang diangkat di pendahuluan, yaitu kesulitan mahasiswa dalam memahami sintaks PHP dan debugging, serta kebutuhan akan bimbingan personal, yang kini dapat diatasi secara mandiri dan interaktif melalui chatbot berbasis BERT.

REFERENSI

- Alfiansyah, D. M., Wiilys, Setiyani, L., Wati, D. F., & Dedih. (2025). Pengembangan Chatbot Berbasis Web untuk Layanan Informasi di Horizon University. *Bit-Tech*, 7(3), 1068–1077. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i3.2318>
- Apriliani, D., Febbi Handayani, S., Triadi Saputra, I., Informatika, T., & Harapan Bersama, P. (2023). Implementasi Natural Language Processing (NLP) Dalam Pengembangan Aplikasi Chatbot Pada SMK YPE Nusantara Slawi. *Techo. Com*, 22(4), 1037–1047. <https://doi.org/10.33633/tc.v22i4.9155>
- Ardani, A., & Setiawan, A. (2024). E-learning berbasis AIKIDS pada Pembelajaran Koding untuk Siswa Jenjang Sekolah Dasar. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(2), 359–368. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i2.26324>
- Fadli, M. F., Asrofi, G., & Masykur, F. (2023). Penerapan algoritma neural network pada chatbot pmb universitas muhammadiyah ponorogo berbasis web. *Jurnal Sistem & Teknologi Informasi Komunikasi*, 6(1), 13–22. <https://doi.org/10.32524/jusitik.v6i1.786>
- Fatonah, F. R., Maylawati, D. S., & Nurlatifah, E. (2024). Chatbot Edukasi Pra-Nikah berbasis Telegram Menggunakan Bidirectional Encoder Representations From Transformers (BERT). *Jurnal Algoritma*, 21(2), 29–40. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.21-2.1657>
- Febrilio, E. P., Wibowo, A. P., & Budiono. (2024). Konsep dan implementasi digital citizenship education di Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Kota Malang. *Academy of Education Journal*, 15(1), 531–542. <https://doi.org/10.47200/aoej.v15i1.2237>
- Hartantom, B., Yunita, H. D., Fahurian, F., Dirayati, F., Winarko, T., & Marlina, I. (2025). Evaluasi Keterlibatan Mahasiswa Dalam Lingkungan Pembelajaran Daring Menggunakan Natural Language Processing (NLP) dan Analisis Sentimen. *Jurnal Algoritma*, 22(1), 60–69. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-1.2154>
- Hidayat, S., Silvanie, A., & Subekti, R. (2022). Chatbot untuk konsultasi akademik menggunakan natural language processing (Nlp) di IBI-K 1957. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 6(2), 396–410.
- Maulana, A. E., Rosita, Y. D., & Sari, D. K. (2025). Pembuatan Chatbot pada Website Persatuan Gizi Kabupaten Karawang menggunakan IndoBER. *E-Proceeding of Engineering*, 12(2), 3394–3399.
- Mustaqim, M., Gunawan, A., Pratama, Y. B., & Zaliman, I. (2023). Pengembangan Chatbot Layanan Publik Menggunakan Machine Learning Dan Natural Language Processing. *Journal of Information Technology and society*, 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.35438/jits.v1i1.16>
- Muvid, M. B., Lestari, L. P., Asqia, N., Efendi, Y., Yumnah, S., Suryaningsih, S., Sa'diyah, H., Kennedy, P. S. J., Ummah, F. S., Adika, D., Susanti, A. I., & Teddywono, I. (2024). *Digitalisasi Pendidikan Upaya Mengembangkan Inovasi Pembelajaran di Tengah Fenomena Artificial Intelligence*. Surabaya: CV. Global Aksara Pers.
- Nova, S., Khotimah, N., & Aryati Wahyuningrum, M. Y. (2024). Pemanfaatan chatbot menggunakan natural language processing untuk pembelajaran dasar-dasar gui tkinter pada bahasa pemrograman python. *JUIT: Jurnal Ilmiah Teknik*, 3(1), 58–65. <https://doi.org/10.56127/juit.v3i1.1162>

- Prasetyo, V. R., Benarkah, N., & Chrisintha, V. J. (2021). Implementasi Natural Language Processing Dalam Pembuatan Chatbot Pada Program Information Technology Universitas Surabaya. *Teknika*, 10(2), 114–121. <https://doi.org/10.34148/teknika.v10i2.370>
- Rahmawati, H., & Sudrajat, A. (2025). Implementasi chatbot pada penerimaan mahasiswa baru di politeknik tedc bandung menggunakan natural language processing. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5456>
- Saharuddin, & Prihatmono, M. W. (2022). Pengenalan dan pelatihan dasar bahasa pemrograman python pada siswa/i sma negeri 3 makassar. *SELAPARANG. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), 2233–2237. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i4.10569>
- Saputra, A. A., Alparizi, S. R., & Fadhil, R. H. (2023). Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Penerapan Model Prototype Pada Aplikasi Layanan Pengaduan Masyarakat Bantul Berbasis Android. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(5), 42–47.
- Saputra, A. F., & Harefa, K. (2025). Penerapan metode natural language processing (nlp) dalam implementasi asisten virtual chatbot dengan memanfaatkan api chatgpt dan gradio app. *JORAPI: Journal of Research and Publication Innovation*, 3(1), 1-15.
- Tyas, S. M. P., Sarno, R., & Rintyarna, B. S. (2024). Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Sentimen Berita Saham: Pendekatan Machine Learning, Deep Learning, Transfer Learning, dan Graf. *Jurnal Penelitian IPTEKS*, 9(1), 58-64. <https://doi.org/10.32528/penelitianipteks.v9i1.1479>
- Vitriani, V. (2025). Efektivitas Penggunaan Chatbot AI sebagai Media Pembelajaran Interaktif terhadap Keterampilan Logika Pemrograman Siswa SMK Kelas 12 TKJ. *EduTeach: Jurnal Edukasi dan Teknologi Pembelajaran*, 6(1), 26-32. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v6i01.8308>
- Yusuf, H. B., Setiawan, A., Responden, C., & Kunci Belajar, K. (2024). Pengembangan tutor virtual chatbot untuk mahasiswa dengan integrasi moodle *JIKA (Jurnal Informatika)*, 8(4), 364-373.