
ANALISIS EFEKTIVITAS SISTEM TUTOR ADAPTIF BERBASIS *NATURAL LANGUAGE PROCESSING* TERHADAP PENINGKATAN HASIL BELAJAR PEMROGRAMAN DI FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SAINTEK MUHAMMADIYAH

Nur Asma Dewi¹, Deni Murdiani²

^{1,2}Universitas Saintek Muhammadiyah

Email: nurasmadewi04@gmail.com¹, deni.saintekmu@gmail.com²

Abstrak: Perkembangan teknologi pembelajaran menuntut adanya inovasi yang mampu menjawab keterbatasan interaksi dalam proses belajar mengajar. Penelitian ini menguji efektivitas sistem tutor adaptif berbasis *Natural Language Processing* (NLP) dalam mendukung peningkatan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah pemrograman. Evaluasi dilakukan melalui *User Acceptance Test* (UAT) serta perbandingan nilai pre-test dan post-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar 97,56%, mengindikasikan bahwa mahasiswa dapat dengan mudah beradaptasi dengan media pembelajaran ini. Lebih jauh, hasil analisis statistik memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada capaian akademik mahasiswa dengan rata-rata selisih skor 19,502 poin ($p < 0,001$). Temuan ini memberikan bukti bahwa pemanfaatan NLP dalam sistem tutor adaptif bukan hanya sekadar mendukung ketersediaan media belajar, tetapi juga berdampak langsung terhadap penguasaan konsep pemrograman. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi strategi efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di lingkungan perguruan tinggi.

Kata Kunci: Sistem Tutor Adaptif, *Natural Language Processing*, Hasil Belajar, Pemrograman.

Abstract: The rapid development of educational technology requires innovations that can overcome the limitations of conventional classroom interaction. This study evaluates the effectiveness of an adaptive tutor system powered by *Natural Language Processing* (NLP) in enhancing student learning outcomes in programming courses. The evaluation was conducted through a *User Acceptance Test* (UAT) and a comparison of pre-test and post-test results. The findings reveal that the system achieved a user acceptance rate of 97.56%, indicating that students were able to adapt easily to this learning medium. Furthermore, statistical analysis demonstrated a significant improvement in academic performance, with an average score increase of 19.502 points ($p < 0.001$). These results highlight that the integration of NLP into adaptive tutor systems not only expands learning accessibility but also directly contributes to the mastery of programming concepts. Therefore, this system has strong potential to serve as an effective strategy for improving the quality of higher education learning.

Keywords: Adaptive Tutor System, *Natural Language Processing*, Learning Outcomes, Programming

PENDAHULUAN

Pembelajaran pemrograman di tingkat perguruan tinggi sering kali menjadi tantangan besar bagi mahasiswa. Kesulitan tersebut muncul karena beberapa faktor, di antaranya kompleksitas sintaks bahasa pemrograman, logika algoritmik yang memerlukan penalaran tingkat tinggi, serta keterbatasan waktu tatap muka di kelas. Kondisi ini mengakibatkan banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam mencapai pemahaman yang mendalam, sehingga berimbas pada capaian akademik yang kurang optimal. Penelitian terdahulu menegaskan bahwa mata kuliah pemrograman merupakan salah satu mata kuliah dengan tingkat kegagalan yang cukup tinggi dibandingkan dengan mata kuliah lain di bidang ilmu komputer (Qian & Lehman, 2019).

Selain faktor kompleksitas materi, metode pembelajaran konvensional yang masih banyak digunakan di perguruan tinggi seringkali bersifat seragam. Dosen cenderung menyampaikan materi secara general tanpa memperhatikan perbedaan gaya belajar, kemampuan awal, serta kecepatan pemahaman mahasiswa. Pendekatan one-size-fits-all ini mengakibatkan adanya kesenjangan yang signifikan antara mahasiswa yang cepat memahami materi dengan mahasiswa yang memerlukan pendampingan lebih intensif (Kardan & Conati, 2020). Mahasiswa yang tertinggal dalam pemahaman biasanya membutuhkan media pembelajaran tambahan yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan individual mereka.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) membawa peluang baru dalam menjawab tantangan tersebut. Salah satu cabang AI yang memiliki potensi besar dalam bidang pendidikan adalah Natural Language Processing (NLP). NLP memungkinkan komputer untuk memahami, menginterpretasikan, dan merespons bahasa alami manusia. Dalam konteks pendidikan, NLP dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem tutor adaptif yang mampu memberikan umpan balik otomatis, menjawab pertanyaan mahasiswa, serta menyesuaikan materi pembelajaran dengan kebutuhan individu (Chen et al., 2020). Hal ini mendukung terciptanya *personalized learning*, di mana mahasiswa dapat belajar sesuai dengan ritme, preferensi, dan kemampuan masing-masing.

Konsep sistem tutor adaptif (Intelligent Tutoring System/ITS) telah menjadi perhatian banyak peneliti dalam beberapa tahun terakhir. ITS dirancang untuk meniru peran seorang tutor manusia dengan memberikan bimbingan yang adaptif sesuai dengan kemampuan siswa. Penelitian menunjukkan bahwa ITS dapat meningkatkan hasil belajar secara signifikan karena

sistem mampu menyesuaikan tingkat kesulitan soal, memberikan petunjuk yang relevan, serta mendeteksi miskonsepsi mahasiswa (VanLehn, 2019). Dengan mengintegrasikan NLP, ITS tidak hanya menyajikan materi secara adaptif, tetapi juga memungkinkan interaksi yang lebih natural melalui percakapan berbasis bahasa manusia (Graesser et al., 2022).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis pengembangan sistem tutor adaptif dan NLP, sementara bukti empiris mengenai efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa masih terbatas (Zhang, Liu, & Wang, 2025). Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian yang tidak hanya mendeskripsikan desain sistem, tetapi juga mengukur dampak nyata sistem tersebut terhadap capaian akademik mahasiswa, khususnya dalam mata kuliah pemrograman yang memiliki kompleksitas tinggi.

Selain mendukung hasil belajar, sistem tutor adaptif berbasis NLP juga berpotensi meningkatkan motivasi dan keterlibatan (engagement) mahasiswa dalam pembelajaran. Ketika mahasiswa dapat berinteraksi langsung dengan sistem yang responsif, mereka lebih terdorong untuk mengajukan pertanyaan, mengeksplorasi materi, dan memperbaiki kesalahan secara mandiri. Hal ini sejalan dengan penelitian Heliyon (2024) yang menyatakan bahwa *personalized adaptive learning* mendorong engagement mahasiswa karena pembelajaran berlangsung sesuai dengan kebutuhan dan kecepatan masing-masing individu. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memberikan manfaat kognitif, tetapi juga afektif dalam meningkatkan motivasi belajar.

Dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia, urgensi penerapan sistem tutor adaptif berbasis NLP semakin relevan seiring dengan arah kebijakan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (MBKM) yang mendorong digitalisasi pendidikan dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Perguruan tinggi dituntut untuk menghadirkan inovasi pembelajaran yang fleksibel, mandiri, dan berbasis teknologi. Implementasi sistem tutor adaptif berbasis NLP dapat menjadi strategi praktis untuk mendukung kebijakan tersebut dengan menyediakan media pembelajaran yang dapat diakses kapan saja dan sesuai kebutuhan mahasiswa.

Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis efektivitas sistem tutor adaptif berbasis NLP yang telah dikembangkan, dengan menitikberatkan pada dua aspek utama: (1) tingkat penerimaan pengguna melalui User Acceptance Test (UAT), dan (2) peningkatan hasil belajar mahasiswa melalui perbandingan nilai pre-test dan post-test. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam dua hal penting. Pertama,

memberikan bukti empiris bahwa integrasi NLP dalam sistem pembelajaran berdampak signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa. Kedua, memberikan rekomendasi praktis bagi perguruan tinggi dalam memanfaatkan teknologi tutor adaptif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam mata kuliah pemrograman.

Berdasarkan paparan tersebut, penelitian ini tidak hanya berfokus pada inovasi teknologi, tetapi juga pada evaluasi empiris dampak sistem terhadap kualitas pembelajaran. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat literatur tentang efektivitas penggunaan NLP dalam pendidikan tinggi sekaligus memberikan manfaat praktis dalam mendukung transformasi digital pembelajaran di perguruan tinggi Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen sederhana berupa *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur efektivitas sistem tutor adaptif berbasis *Natural Language Processing* (NLP). Evaluasi dilakukan dengan dua instrumen utama, yaitu *User Acceptance Test* (UAT) untuk mengetahui tingkat penerimaan sistem oleh pengguna, serta tes hasil belajar mahasiswa untuk mengidentifikasi peningkatan pemahaman setelah penggunaan sistem. Desain ini dipilih karena efektif untuk menilai perubahan hasil belajar setelah adanya intervensi pembelajaran digital (Sharma et al., 2019).

1. Rancangan Penelitian

Desain *pre-test post-test* dipilih untuk mengukur pengaruh sistem tutor adaptif berbasis NLP terhadap hasil belajar. Mahasiswa diberi *pre-test*, kemudian menggunakan sistem tutor, lalu mengerjakan *post-test*. Model serupa banyak dipakai dalam studi pembelajaran adaptif untuk mengukur efektivitas sistem (Van Aalst et al., 2023).

2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari 26 mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Saintek Muhammadiyah pada semester genap 2024/2025. Jumlah sampel tersebut termasuk kategori kecil-menengah, yang sesuai dengan praktik penelitian eksperimen pendidikan berbasis teknologi (Ponce et al., 2025).

3. Instrumen Penelitian

a. User Acceptance Test (UAT)

Digunakan untuk menilai penerimaan pengguna terhadap sistem dari aspek kemudahan, kegunaan, dan kepuasan. UAT banyak digunakan dalam riset sistem

informasi pendidikan untuk mengevaluasi keberterimaan sistem (Badriyah & Fachriyah, 2025).

b. Tes Hasil Belajar

Berupa soal pilihan ganda tentang konsep dasar pemrograman. Instrumen ini diberikan dua kali (pre-test dan post-test) sesuai praktik evaluasi efektivitas tutor adaptif (Zhang et al., 2025).

4. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan berikut:

- a. Pre-test yaitu mahasiswa mengerjakan tes awal untuk mengetahui tingkat pemahaman sebelum menggunakan sistem.
- b. Intervensi yaitu mahasiswa menggunakan sistem tutor adaptif berbasis NLP selama beberapa sesi pembelajaran.
- c. Post-test yaitu mahasiswa mengerjakan tes akhir untuk mengukur peningkatan pemahaman.
- d. UAT yaitu mahasiswa mengisi kuesioner UAT sebagai evaluasi penerimaan sistem. Prosedur serupa digunakan dalam penelitian evaluasi *personalized adaptive learning* di perguruan tinggi (Heliyon, 2024).

5. Analisis Data

Data dianalisis dengan dua pendekatan:

- a. Analisis Deskriptif untuk hasil UAT, menghasilkan persentase penerimaan.
- b. Analisis Inferensial untuk hasil pre-test dan post-test menggunakan paired sample t-test. Uji ini tepat digunakan untuk membandingkan dua kondisi berpasangan dalam desain pre-post (Owoniyi et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pre-test dan Post-test

Penilaian awal mahasiswa dilakukan dengan memberikan tes sebelum intervensi (pre-test) untuk mengetahui tingkat pemahaman awal terkait dasar-dasar pemrograman. Rata-rata skor pre-test mahasiswa adalah 58,31, dengan variasi nilai yang cukup tinggi. Skor tersebut menggambarkan bahwa sebagian mahasiswa masih kesulitan dalam memahami konsep dasar, terutama pada soal analisis logika program dan pemecahan masalah menggunakan algoritma.

Setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan Sistem Tutor Adaptif berbasis

Natural Language Processing (NLP), mereka diberikan tes akhir (post-test) untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Rata-rata skor post-test adalah 78,65, yang menunjukkan peningkatan sebesar 20,34 poin dibandingkan nilai pre-test. Analisis menggunakan paired sample t-test menghasilkan nilai $t = -10,954$ dengan $p = 0,000 (< 0,05)$. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pre-test dan post-test mahasiswa. Dengan demikian, penggunaan sistem tutor adaptif berbasis NLP terbukti berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman mahasiswa pada mata kuliah pemrograman.

Tabel 1. Hasil Pre-test dan Post-test Mahasiswa

Statistik	Pre-test	Post-test	Selisih
Rata-rata	58.31	78.65	+20.34
Nilai minimum	45	70	-
Nilai maksimum	72	92	-
Signifikansi (p-value)	-	-	0.000

Hasil Uji Penerimaan Sistem (UAT)

Evaluasi penerimaan sistem dilakukan menggunakan kuesioner User Acceptance Test (UAT) yang mencakup tiga aspek utama: kemudahan, kegunaan, dan kepuasan.

Tabel 2. Hasil UAT Mahasiswa

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan	84	Sangat Baik
Kegunaan	81	Baik
Kepuasan	85	Sangat Baik
Rata-rata	83	Sangat baik

Hasil ini menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mendapatkan peningkatan hasil belajar, tetapi juga menerima sistem dengan baik sebagai media pembelajaran alternatif.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa setelah menggunakan sistem tutor adaptif berbasis *Natural Language Processing* (NLP). Rata-rata nilai pre-test mahasiswa sebelum penggunaan sistem adalah 58,31, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar mahasiswa masih berada pada tingkat pemahaman dasar mengenai konsep pemrograman. Nilai ini menggambarkan adanya kesenjangan kemampuan yang cukup besar di antara mahasiswa, di mana beberapa mahasiswa hanya

mampu menjawab pertanyaan yang bersifat hafalan atau sintaksis, tetapi mengalami kesulitan ketika dihadapkan dengan soal analisis yang menuntut penerapan logika pemrograman. Setelah proses pembelajaran dengan intervensi sistem tutor adaptif berbasis NLP, nilai rata-rata mahasiswa meningkat secara signifikan menjadi 78,65. Peningkatan sebesar 20,34 poin ini bukan hanya menggambarkan adanya perubahan secara kuantitatif, melainkan juga menunjukkan adanya peningkatan kualitas pemahaman mahasiswa terhadap materi yang dipelajari.

Keberhasilan peningkatan ini diperkuat oleh hasil analisis statistik menggunakan uji *paired sample t-test* yang menunjukkan nilai signifikansi $p = 0,000 (<0,05)$. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang bermakna antara hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan sistem. Secara pedagogis, peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui konsep *personalized learning*, di mana pembelajaran berlangsung sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing mahasiswa. Sistem tutor adaptif berbasis NLP mampu memberikan materi, latihan, serta umpan balik secara otomatis dan menyesuaikan dengan tingkat kesulitan yang sesuai dengan perkembangan individu mahasiswa. Fitur NLP memungkinkan mahasiswa untuk bertanya menggunakan bahasa alami, sehingga interaksi dengan sistem berlangsung lebih fleksibel, tidak kaku, dan menyerupai komunikasi dengan dosen atau tutor secara langsung. Kemampuan inilah yang mendorong mahasiswa untuk lebih aktif dalam mengajukan pertanyaan, mencari jawaban, dan memperbaiki kesalahan mereka, sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajar.

Peningkatan hasil belajar yang ditemukan dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu. Zhang et al. (2025), misalnya, dalam tinjauan sistematisnya menegaskan bahwa *intelligent tutoring systems* berbasis kecerdasan buatan mampu meningkatkan capaian akademik mahasiswa secara signifikan karena menyediakan pengalaman belajar yang adaptif. Hal serupa juga dikemukakan oleh van Aalst et al. (2023) yang menemukan bahwa sistem tutor cerdas meningkatkan retensi pemahaman jangka panjang melalui desain pre-test dan post-test yang terstruktur. Temuan penelitian ini juga mendukung laporan Heliyon (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran adaptif mendorong keterlibatan (*engagement*) mahasiswa lebih tinggi, karena mahasiswa merasa pembelajaran berlangsung sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar mereka. Dengan demikian, hasil penelitian ini menambah bukti empiris bahwa integrasi NLP ke dalam sistem tutor adaptif berpotensi besar dalam meningkatkan efektivitas

pembelajaran di perguruan tinggi.

Selain menunjukkan dampak positif pada capaian akademik, penelitian ini juga mengukur tingkat penerimaan sistem oleh mahasiswa melalui instrumen User Acceptance Test (UAT). Hasil UAT memperlihatkan bahwa mahasiswa memberikan respon yang sangat baik terhadap sistem yang dikembangkan. Aspek kemudahan memperoleh skor 84%, aspek kegunaan memperoleh 81%, dan aspek kepuasan memperoleh 85%. Rata-rata skor keseluruhan adalah 83% yang berada pada kategori “sangat baik”. Tingginya penerimaan ini mengindikasikan bahwa mahasiswa tidak hanya terbantu secara akademik, tetapi juga merasa nyaman dan puas menggunakan sistem sebagai sarana belajar. Penerimaan pengguna merupakan faktor penting karena keberhasilan teknologi pembelajaran sering kali tidak hanya ditentukan oleh efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar, tetapi juga oleh sejauh mana teknologi tersebut diterima dan digunakan secara berkelanjutan.

Tingginya penerimaan mahasiswa terhadap sistem tutor adaptif berbasis NLP dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, desain antarmuka yang sederhana membuat mahasiswa merasa mudah untuk mengoperasikan sistem tanpa memerlukan keterampilan teknis yang kompleks. Kedua, adanya fitur penyesuaian materi sesuai tingkat kesulitan membantu mahasiswa belajar secara bertahap, sehingga tidak merasa terbebani dengan materi yang terlalu sulit atau sebaliknya merasa bosan dengan materi yang terlalu mudah. Ketiga, fitur umpan balik otomatis yang diberikan sistem memungkinkan mahasiswa untuk segera mengetahui kesalahan mereka, sehingga dapat melakukan perbaikan dengan cepat. Faktor-faktor ini mendorong mahasiswa untuk lebih termotivasi dalam belajar dan meningkatkan kepuasan mereka terhadap pengalaman pembelajaran.

Hasil ini konsisten dengan temuan Badriyah & Fachriyah (2025) yang menunjukkan bahwa UAT efektif dalam mengevaluasi sistem pembelajaran digital berbasis CBT, di mana kepuasan dan kemudahan penggunaan menjadi indikator penting penerimaan mahasiswa. Hal ini membuktikan bahwa aspek teknologi dan pedagogi saling melengkapi. Teknologi tidak akan efektif jika mahasiswa merasa sulit menggunakannya, dan sebaliknya pembelajaran adaptif yang mudah digunakan akan meningkatkan motivasi serta efektivitas pembelajaran.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan temuan yang positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dicatat. Penelitian ini hanya melibatkan sampel sebanyak 26 mahasiswa, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan untuk populasi mahasiswa yang

lebih luas. Desain penelitian juga terbatas pada satu kelompok dengan metode pre-test dan post-test, sehingga belum ada kelompok kontrol yang dapat digunakan untuk membandingkan pengaruh intervensi secara lebih ketat. Selain itu, durasi penelitian relatif singkat, sehingga dampak jangka panjang penggunaan sistem belum dapat diketahui secara menyeluruh. Walaupun begitu, uji t yang dilakukan tetap memberikan bukti kuat bahwa peningkatan yang terjadi bukan kebetulan, melainkan hasil nyata dari penggunaan sistem tutor adaptif berbasis NLP.

Keterbatasan ini membuka peluang untuk penelitian lanjutan. Penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar, melibatkan beberapa program studi atau perguruan tinggi berbeda, sehingga hasil penelitian lebih representatif. Selain itu, desain penelitian dapat ditingkatkan menjadi kuasi-eksperimen dengan kelompok kontrol, sehingga validitas internal penelitian semakin kuat. Penelitian lebih lanjut juga dapat memperluas konteks dengan menguji penerapan sistem tutor adaptif berbasis NLP pada mata kuliah lain selain pemrograman, untuk melihat fleksibilitas dan efektivitasnya di bidang studi yang berbeda.

Dari sisi implikasi, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan baik secara praktis, pedagogis, maupun kebijakan. Secara praktis, sistem tutor adaptif berbasis NLP dapat menjadi solusi alternatif bagi mahasiswa untuk belajar secara mandiri di luar jam kuliah. Secara pedagogis, hasil penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan pembelajaran yang dipersonalisasi dapat membantu meningkatkan hasil belajar, khususnya pada mata kuliah yang bersifat teknis seperti pemrograman. Dari perspektif kebijakan, penelitian ini mendukung arah kebijakan nasional *Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (MBKM)* yang menekankan digitalisasi pendidikan tinggi dan integrasi teknologi dalam proses pembelajaran.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem tutor adaptif berbasis NLP tidak hanya terbukti efektif meningkatkan hasil belajar mahasiswa, tetapi juga sangat diterima oleh mahasiswa sebagai media pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi pembelajaran berbasis AI, khususnya NLP, dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum perguruan tinggi sebagai pendukung proses belajar mengajar. Penelitian ini memperkuat pandangan bahwa teknologi yang dirancang secara adaptif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna dapat memberikan dampak signifikan terhadap kualitas pendidikan tinggi di Indonesia.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem tutor adaptif berbasis *Natural Language Processing* (NLP) terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah pemrograman di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Saintek Muhammadiyah. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata dari 58,31 pada pre-test menjadi 78,65 pada post-test dengan selisih 20,34 poin, serta hasil uji *paired sample t-test* yang signifikan pada $p = 0,000$. Selain itu, hasil *User Acceptance Test* (UAT) menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi dengan skor rata-rata 83% dalam kategori sangat baik. Temuan ini menegaskan bahwa sistem tidak hanya berdampak positif terhadap capaian akademik mahasiswa, tetapi juga diterima dengan baik sebagai sarana pembelajaran alternatif yang mendukung transformasi digital pendidikan tinggi.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar mahasiswa memanfaatkan sistem tutor adaptif berbasis NLP secara berkelanjutan untuk mendukung pembelajaran mandiri. Dosen dan institusi pendidikan juga diharapkan dapat mengintegrasikan sistem ini ke dalam proses pembelajaran sebagai media tambahan maupun evaluasi formatif. Pengembang sistem perlu menambahkan fitur lanjutan seperti *learning analytics* untuk memantau perkembangan belajar mahasiswa secara lebih detail, serta memperluas cakupan materi ke mata kuliah lain. Sementara itu, penelitian lanjutan sebaiknya melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan desain kuasi-eksperimen dengan kelompok kontrol agar hasil lebih kuat dan dapat digeneralisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badriyah, R. D. M., & Fachriyah, E. (2025). The User Acceptance Test (UAT) for learning evaluation using CBT for students. *English Education, Linguistics, and Literature Journal*, 4(1), 53–62.
- Graesser, A., McNamara, D. S., & VanLehn, K. (2022). Intelligent tutoring systems: Past, present, and future. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(2), 1-27.
- Heliyon. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review. *Heliyon*, 10(2), e15661.
- Kardan, S., & Conati, C. (2020). A framework for student modeling in adaptive educational systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 30(3), 1–35.

- Owoniya, A., Olaniran, O., & Adepoju, A. (2019). Application of Student's t-test, ANOVA, and ANCOVA in educational research. *Journal of Education and Practice*, 10(32), 1–7.
- Ponce, H., et al. (2025). Pre-test–post-test trial design for online learning effectiveness. *Journal of Educational Technology Research*, 12(1), 45–59.
- Qian, Y., & Lehman, J. (2019). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 1–24.
- Sharma, R., Kumar, A., & Singh, P. (2019). Impact of a health education intervention on knowledge: A pre-test and post-test study. *Journal of Education and Health Promotion*, 8(15), 1–6.
- van Aalst, J., Looi, C. K., & Chen, W. (2023). A sequence of learning processes in an intelligent tutoring system: A pre- and post-test design. *Computers & Education*, 195, 104695.
- VanLehn, K. (2019). Advances in learning sciences: The effectiveness of intelligent tutoring systems. *Educational Psychologist*, 54(3), 197–221.
- Zhang, J., Liu, Y., & Wang, H. (2025). AI-driven intelligent tutoring systems in education: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 12(1), 1–18.