



Efektivitas Sistem e-Learning Berbasis Data Sains

Duta Windu Darma¹, Hery Dwi Yulianto²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem e-learning berbasis data sains dalam meningkatkan hasil belajar, keterlibatan, dan motivasi siswa. Metode yang digunakan adalah eksperimen pretest-posttest, dengan kelompok eksperimen yang menggunakan sistem e-learning berbasis data sains dan kelompok kontrol yang menggunakan sistem konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa personalisasi materi berbasis data sains dapat meningkatkan skor posttest siswa sebesar 25%, sementara pada kelompok konvensional peningkatan hanya mencapai 10%. Analisis log aktivitas siswa mengungkapkan adanya peningkatan frekuensi akses dan durasi belajar pada kelompok eksperimen. Selain itu, hasil survei dan wawancara mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa fitur personalisasi dan umpan balik yang relevan berperan besar dalam meningkatkan pemahaman dan motivasi siswa. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan potensi data sains dalam mengoptimalkan e-learning dan meningkatkan kualitas hasil belajar siswa.

Kata Kunci: Efektivitas, Sistem, e-Learning, Data Sains

DOI: <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v5i1.2258>

*Correspondence: Duta Windu Darma

Email:

duta.10124908@mahasiswa.unikom.ac.id

Received: 04-04-2025

Accepted: 12-05-2025

Published: 19-06-2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: This study aims to evaluate the effectiveness of a data science-based e-learning system in improving student learning outcomes, engagement, and motivation. The research method employed was a pretest-posttest experimental design, with an experimental group using the data science-based e-learning system and a control group using a conventional system. The results showed that the personalization of learning materials based on data science improved students' posttest scores by 25%, while the control group showed only a 10% improvement. Analysis of student activity logs revealed an increase in the frequency of access and study duration in the experimental group. Additionally, survey and interview results supported these findings, indicating that the personalization features and relevant feedback played a significant role in enhancing student understanding and motivation. Overall, the findings underscore the potential of data science in optimizing e-learning and improving student learning outcomes.

Keywords: Effectiveness, System, e-Learning, Data Science

Pendahuluan

Dalam era transformasi digital, e-learning telah menjadi salah satu metode pembelajaran yang semakin diminati, terutama karena fleksibilitas dan aksesibilitasnya (Fakhrurrazi dkk., 2022). Namun, efektivitas penerapan e-learning sering diperdebatkan, khususnya terkait bagaimana sistem ini dapat memenuhi kebutuhan individu siswa secara optimal. Seiring kemajuan teknologi data sains, peluang untuk meningkatkan efektivitas e-learning melalui personalisasi materi pembelajaran semakin terbuka. Melalui data sains, pola belajar siswa dapat dianalisis secara mendalam, sehingga sistem e-learning dapat memberikan rekomendasi yang relevan dan adaptif berdasarkan kebutuhan masing-masing siswa (Fathoni & Zainiyati, 2020).

Personalisi materi pembelajaran berbasis data sains didasarkan pada prinsip bahwa setiap siswa memiliki karakteristik pembelajaran yang unik, meliputi kebutuhan, kemampuan, dan gaya belajar. Algoritma pembelajaran mesin, seperti machine learning, memungkinkan sistem e-learning untuk menyesuaikan konten secara real-time berdasarkan interaksi siswa (Septiana, 2021). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga mendorong keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Sebagai contoh, fitur seperti umpan balik personal dan rekomendasi materi tambahan telah terbukti membantu siswa mengatasi kesulitan belajar dengan lebih efektif (Dalimunthe & Silalahi, 2021). Hal ini sejalan dengan teori pembelajaran adaptif yang menekankan pentingnya personalisasi dalam pendidikan (Nugraha & Budiyanto, 2022)

Teori pembelajaran adaptif mendasari penelitian ini, dengan fokus pada personalisasi yang berorientasi pada kebutuhan individu siswa (Ziaurrahman & Surjono, 2017). Pendekatan ini relevan dalam konteks data sains, yang mampu mengidentifikasi pola belajar siswa dan memberikan rekomendasi yang sesuai untuk meningkatkan hasil pembelajaran (Dharmayanti & Nurcahyo, 2021). Selain itu, teori konstruktivisme juga diaplikasikan, dengan penekanan pada pentingnya interaksi aktif siswa dengan materi pembelajaran. Melalui analisis data, sistem dapat memberikan sumber daya tambahan yang relevan, mendukung siswa untuk membangun pemahaman berbasis pengalaman (Dinata dkk., 2024).

Dukungan lain berasal dari teori pengolahan informasi, yang menjelaskan bagaimana manusia menyimpan dan memproses informasi secara optimal (Murniarti, 2020). Dengan memanfaatkan data sains, materi pembelajaran dapat disampaikan secara efisien berdasarkan pola kognitif siswa (Rafiq, 2015). Teori motivasi diri (*self-determination theory*) juga menjadi landasan penting, karena sistem e-learning dapat meningkatkan motivasi siswa melalui umpan balik yang relevan dan personal, mendukung kebutuhan psikologis seperti rasa kompetensi dan otonomi (Ryan & Deci, 2017). Akhirnya, teori sistem kompleks adaptif memandang e-learning sebagai ekosistem dinamis yang terus beradaptasi, menjadikannya lebih responsif terhadap kebutuhan pembelajaran individu (Rahayu, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana integrasi data sains dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, keterlibatan, dan hasil belajar siswa dalam konteks e-learning.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuantitatif eksperimental untuk mengevaluasi efektivitas sistem e-learning berbasis data sains. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengukuran dampak intervensi secara objektif melalui analisis data yang terstruktur. Penelitian melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang menggunakan sistem e-learning berbasis data sains dan kelompok kontrol yang menggunakan sistem e-learning konvensional. Untuk mengevaluasi efektivitas kedua sistem tersebut, desain pretest-posttest diterapkan guna mengukur perubahan hasil belajar sebelum dan sesudah intervensi. Pendekatan ini

memberikan peluang untuk membandingkan dampak langsung dari masing-masing sistem secara lebih komprehensif.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua metode utama, yaitu survei dan analisis log aktivitas siswa pada platform e-learning. Survei bertujuan untuk mendapatkan data kualitatif yang mencerminkan persepsi siswa terhadap sistem e-learning berbasis data sains, meliputi aspek kepuasan, motivasi, dan keterlibatan. Instrumen survei berupa kuesioner disusun dengan menggunakan skala Likert agar mempermudah analisis statistik. Selain itu, analisis log aktivitas siswa menghasilkan data kuantitatif seperti durasi waktu belajar, frekuensi akses, serta tingkat penyelesaian tugas. Data ini direkam secara otomatis melalui sistem e-learning yang memiliki fitur untuk melacak interaksi siswa dengan platform secara real-time.

Partisipan utama dalam penelitian ini adalah siswa yang terdaftar di sebuah institusi pendidikan tertentu dan bersedia mengikuti eksperimen. Kelompok eksperimen terdiri dari siswa yang menggunakan sistem e-learning berbasis data sains, sementara kelompok kontrol menggunakan sistem e-learning konvensional. Proses seleksi partisipan dilakukan secara acak untuk memastikan representasi yang merata serta meminimalkan potensi bias. Selain itu, data tambahan juga diperoleh melalui wawancara dengan guru atau fasilitator untuk mendapatkan sudut pandang mereka mengenai efektivitas sistem e-learning yang digunakan dalam penelitian.

Pengumpulan data berlangsung selama delapan minggu, mencakup tiga fase utama: pretest, intervensi, dan posttest. Pada fase pretest, data awal tentang hasil belajar siswa dikumpulkan untuk menentukan baseline performa. Selama fase intervensi, log aktivitas siswa dicatat secara terus-menerus untuk memantau pola interaksi mereka dengan sistem e-learning. Setelah intervensi selesai, dilakukan posttest untuk mengevaluasi perubahan hasil belajar siswa.

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan perangkat lunak statistik untuk memastikan keakuratan hasil. Data yang dianalisis meliputi hasil pretest dan posttest, log aktivitas siswa, serta data survei. Langkah pertama dalam proses analisis adalah membersihkan data untuk mengidentifikasi dan mengatasi data yang hilang atau tidak valid, sehingga memastikan data siap untuk diolah lebih lanjut. Selanjutnya, deskripsi statistik seperti rata-rata, median, dan standar deviasi dihasilkan untuk memberikan gambaran awal tentang distribusi data. Analisis deskriptif ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan hasil belajar siswa serta memahami pola interaksi mereka dengan sistem e-learning berbasis data sains dibandingkan dengan sistem konvensional.

Untuk menguji hipotesis penelitian, digunakan teknik statistik inferensial. Uji-t berpasangan (paired t-test) diterapkan untuk membandingkan hasil pretest dan posttest dalam masing-masing kelompok, sedangkan uji-t tidak berpasangan (independent t-test) digunakan untuk menganalisis perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Selain itu, analisis regresi digunakan untuk mengkaji hubungan antara variabel independen, seperti tingkat keterlibatan siswa, dengan variabel dependen, yaitu hasil belajar. Semua pengujian dilakukan dengan tingkat signifikansi 0,05 guna memastikan validitas dan keandalan hasil statistik.

Data kualitatif yang diperoleh dari survei dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan korelasi. Skor skala Likert diolah untuk mengidentifikasi persepsi siswa terhadap sistem e-learning berbasis data sains, termasuk tingkat motivasi dan kepuasan mereka. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara persepsi siswa dengan hasil belajar. Sementara itu, data log aktivitas siswa dianalisis menggunakan teknik data mining untuk mengungkap pola interaksi, seperti durasi belajar optimal dan frekuensi akses ke platform.

Hasil dan Pembahasan

Implementasi Sistem e-Learning Berbasis Data Sains

Implementasi sistem e-learning berbasis data sains dilakukan dengan mengembangkan platform pembelajaran yang memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin untuk menganalisis data siswa secara real-time. Platform ini dirancang untuk menyesuaikan materi pembelajaran sesuai kebutuhan individu, seperti tingkat pemahaman, gaya belajar, dan preferensi siswa. Sebelum digunakan, platform diuji coba untuk memastikan fungsionalitasnya, termasuk kemampuannya merekam log aktivitas siswa, memberikan rekomendasi personal, dan menyajikan umpan balik yang relevan. Proses implementasi dilakukan melalui integrasi dengan kurikulum yang ada agar materi pembelajaran tetap sesuai dengan standar pendidikan yang berlaku di institusi terkait. Hal ini sejalan dengan penelitian (Kusworo dkk., 2021) yang menyoroti pentingnya penyesuaian sistem pembelajaran dengan kurikulum demi mencapai efektivitas pendidikan berbasis teknologi.

Selama fase implementasi, siswa dalam kelompok eksperimen diberikan akses penuh ke platform e-learning berbasis data sains. Sistem secara otomatis mempersonalisasi modul pembelajaran berdasarkan analisis data awal, seperti hasil pretest dan preferensi belajar siswa. Interaksi siswa dengan platform, termasuk durasi belajar, tingkat penyelesaian tugas, dan pola akses, dipantau secara real-time oleh sistem. Data yang terkumpul digunakan untuk memperbarui rekomendasi pembelajaran secara dinamis, sehingga siswa mendapatkan pengalaman belajar yang lebih adaptif. Penelitian oleh (Damuri, 2020) juga menunjukkan bahwa personalisasi berbasis data mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam proses pembelajaran.

Selain itu, guru atau fasilitator diberikan pelatihan untuk memastikan pemahaman mereka terhadap cara kerja platform dan kemampuannya dalam memberikan dukungan kepada siswa. Guru juga memanfaatkan dashboard analitik untuk memantau kemajuan siswa, sehingga dapat memberikan intervensi yang sesuai jika diperlukan. Sistem ini diimplementasikan selama delapan minggu, di mana siswa dalam kelompok eksperimen menggunakan platform sebagai alat utama dalam proses pembelajaran. Penelitian sebelumnya oleh (Dharmayanti dkk., 2018) menemukan bahwa keterlibatan aktif guru dalam sistem e-learning berbasis data berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan implementasi teknologi pembelajaran di kelas.

Selama implementasi, seluruh interaksi dan hasil belajar siswa direkam secara otomatis oleh sistem untuk dianalisis lebih lanjut. Pendekatan ini memastikan bahwa semua

siswa memiliki akses yang setara dan meminimalkan risiko gangguan teknis. Studi oleh (Ruliah, 2017) menekankan pentingnya pengawasan ketat selama proses implementasi teknologi untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas sistem pembelajaran berbasis data sains. Dengan demikian, implementasi sistem ini tidak hanya menawarkan solusi pembelajaran yang adaptif, tetapi juga mendukung terciptanya pengalaman belajar yang lebih terstruktur dan responsif terhadap kebutuhan siswa.

Evaluasi Efektivitas dan Validasi Hasil

Evaluasi efektivitas sistem e-learning berbasis data sains dilakukan dengan menganalisis hasil belajar kelompok eksperimen dan kontrol menggunakan metode statistik inferensial. Data pretest dan posttest dari kedua kelompok dianalisis untuk mengukur peningkatan hasil belajar, sejalan dengan pendekatan yang diterapkan oleh dalam studi tentang efektivitas platform pembelajaran berbasis teknologi. Uji-t berpasangan (paired t-test) digunakan untuk mengevaluasi perubahan signifikan dalam masing-masing kelompok, sedangkan uji-t tidak berpasangan (independent t-test) digunakan untuk membandingkan hasil antara kelompok eksperimen dan kontrol. Selain itu, analisis regresi dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel keterlibatan siswa dengan hasil belajar, memastikan bahwa pengaruh sistem e-learning berbasis data sains terhadap efektivitas pembelajaran dapat diuji secara kuantitatif ((Dantes dkk., 2010).

Validasi hasil dilakukan dengan triangulasi data untuk memastikan keandalan temuan. Data kuantitatif dari pretest, posttest, dan log aktivitas siswa dibandingkan dengan data kualitatif yang diperoleh dari survei dan wawancara. Survei digunakan untuk mengukur persepsi siswa terhadap sistem e-learning, seperti tingkat kepuasan dan motivasi, sementara wawancara dengan guru memberikan wawasan tambahan mengenai keefektifan sistem. Pendekatan ini mendukung metode yang diusulkan oleh yang menekankan pentingnya triangulasi dalam evaluasi sistem pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan validitas internal dan eksternal penelitian.

Evaluasi juga mencakup analisis dampak personalisasi terhadap pengalaman belajar siswa. Data log aktivitas siswa dianalisis menggunakan teknik data mining untuk mengidentifikasi pola interaksi, seperti frekuensi akses dan respons terhadap rekomendasi adaptif. Temuan dari analisis ini dibandingkan dengan hasil survei untuk mengevaluasi apakah personalisasi berbasis data sains meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Studi Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa fitur personalisasi yang berbasis analisis data dapat meningkatkan motivasi intrinsik siswa secara signifikan. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya memvalidasi hasil belajar, tetapi juga mengevaluasi bagaimana elemen personalisasi berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran secara keseluruhan.

Peningkatan Hasil Belajar Melalui Personalisasi Materi Pembelajaran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi personalisasi materi pembelajaran melalui sistem e-learning berbasis data sains secara signifikan meningkatkan

hasil belajar siswa. Pada kelompok eksperimen, rata-rata skor posttest meningkat sebesar 25%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan 10% pada kelompok kontrol. Temuan ini menguatkan hasil penelitian (Abdulmajid dkk., 2017) yang menemukan bahwa sistem pembelajaran adaptif berbasis data meningkatkan pemahaman siswa secara signifikan dengan menyesuaikan materi pembelajaran terhadap gaya belajar individu. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka, yang memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran secara keseluruhan.

Selain itu, personalisasi materi juga berdampak pada motivasi siswa. Wawancara mendalam dengan beberapa siswa dari kelompok eksperimen mengungkapkan bahwa mereka merasa lebih termotivasi untuk belajar karena materi yang disajikan lebih relevan dan menarik. Studi oleh (R. D. Y. S. Putra dkk., 2020) mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa personalisasi berbasis teknologi meningkatkan motivasi siswa melalui penyajian konten yang interaktif dan sesuai kebutuhan individu. Siswa dalam penelitian ini juga menyebutkan bahwa fitur seperti rekomendasi video pembelajaran dan kuis adaptif membuat pembelajaran terasa lebih menyenangkan, sehingga mendorong mereka untuk lebih aktif mengeksplorasi materi tambahan di luar modul yang diwajibkan.

Analisis log aktivitas siswa memberikan bukti tambahan bahwa personalisasi materi meningkatkan keterlibatan siswa. Kelompok eksperimen menunjukkan frekuensi akses platform yang lebih tinggi, dengan rata-rata 4,5 kali per minggu dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya 2,8 kali per minggu. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Prasetyo & Wantoro, 2024) yang mengungkapkan bahwa siswa cenderung lebih sering mengakses platform e-learning ketika materi yang disajikan sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu, waktu belajar per sesi pada kelompok eksperimen juga lebih lama, menunjukkan bahwa siswa lebih terlibat dalam pembelajaran mereka.

Survei yang dilakukan pada siswa kelompok eksperimen menunjukkan bahwa 85% responden merasa materi lebih mudah dipahami dibandingkan sistem konvensional. Siswa juga melaporkan bahwa rekomendasi materi tambahan membantu mereka mengatasi kesulitan belajar, mendukung pandangan dalam teori pembelajaran adaptif. Studi oleh (Sari, 2017) menunjukkan bahwa sistem berbasis data sains yang memberikan umpan balik personal dan rekomendasi materi mampu meningkatkan pengalaman belajar siswa dengan signifikan.

Analisis regresi dalam penelitian ini menunjukkan hubungan positif yang signifikan antara tingkat personalisasi materi dengan peningkatan hasil belajar ($r=0,72$, $p<0,05$). Siswa yang menerima materi yang lebih terpersonalisasi memiliki skor posttest yang lebih tinggi. Temuan ini mendukung penelitian oleh (Hakim dkk., 2018) yang menekankan pentingnya personalisasi berbasis teknologi dalam meningkatkan pencapaian akademik siswa. Wawancara dengan guru memberikan perspektif tambahan mengenai manfaat personalisasi materi. Guru melaporkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen menunjukkan kemandirian belajar yang lebih tinggi dan memerlukan intervensi lebih sedikit, yang meningkatkan efisiensi pengajaran. Guru juga menyatakan bahwa sistem e-learning berbasis data sains membantu mereka memantau kemajuan siswa dengan lebih

terperinci, mendukung temuan bahwa teknologi ini tidak hanya bermanfaat bagi siswa tetapi juga bagi guru dalam proses pembelajaran.

Analisis Keterlibatan Siswa dalam Sistem e-Learning Berbasis Data Sains

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem e-learning berbasis data sains secara signifikan meningkatkan keterlibatan siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Data log aktivitas siswa mengungkapkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen memiliki waktu belajar rata-rata 45 menit per sesi, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 30 menit per sesi. Selain itu, frekuensi akses platform pada kelompok eksperimen rata-rata 4,5 kali per minggu, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya 2,8 kali. Hal ini mengindikasikan bahwa personalisasi materi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan konsisten.

Hasil survei mendukung temuan tersebut, di mana 78% siswa dalam kelompok eksperimen merasa lebih termotivasi menggunakan platform e-learning karena materi yang relevan dengan kebutuhan individu mereka. Fitur personalisasi, seperti rekomendasi materi tambahan dan penyesuaian tingkat kesulitan, terbukti membuat proses pembelajaran lebih menarik. Sebaliknya, hanya 52% siswa dalam kelompok kontrol yang melaporkan motivasi serupa. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Lin et al. (2020), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis data sains meningkatkan keterlibatan siswa melalui pendekatan adaptif yang relevan dengan kebutuhan individu.

Analisis regresi mengungkapkan hubungan positif yang signifikan antara tingkat keterlibatan siswa dengan hasil belajar mereka ($r=0,68$, $p<0,05$). Siswa yang lebih sering mengakses platform e-learning dan menghabiskan lebih banyak waktu dalam sesi belajar cenderung menunjukkan peningkatan skor posttest yang lebih tinggi. Hal ini mendukung teori pengolahan informasi yang menekankan pentingnya interaksi aktif dalam pembelajaran. Studi oleh (Kusworo, 2020) juga menemukan bahwa keterlibatan aktif melalui sistem berbasis data berdampak langsung pada pencapaian akademik siswa, baik dari segi pemahaman konsep maupun nilai akhir.

Wawancara dengan guru memberikan wawasan tambahan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen lebih proaktif dalam mengajukan pertanyaan dan menyelesaikan tugas dibandingkan kelompok kontrol. Guru mencatat bahwa fitur seperti umpan balik personal dan rekomendasi materi tambahan membantu siswa tetap fokus pada tujuan pembelajaran mereka. Mereka juga menyatakan bahwa sistem e-learning berbasis data sains memudahkan mereka dalam memantau perkembangan siswa secara lebih terarah.

Selain itu, analisis data mining pada log aktivitas siswa mengidentifikasi pola interaksi yang menunjukkan efektivitas fitur adaptif dalam meningkatkan keterlibatan. Siswa dalam kelompok eksperimen memiliki tingkat penyelesaian tugas sebesar 85%, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 65%. Pola ini menunjukkan bahwa personalisasi berbasis data sains tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga mendorong mereka untuk memanfaatkan sumber daya pembelajaran secara lebih optimal,

mendukung temuan oleh (I. G. J. A. Putra, 2019) mengenai efektivitas adaptasi berbasis data dalam sistem pendidikan modern.

Efektivitas Umpan Balik Personal dalam Meningkatkan Motivasi Belajar

Penelitian ini menegaskan bahwa umpan balik personal yang diberikan oleh sistem e-learning berbasis data sains secara signifikan meningkatkan motivasi belajar siswa. Berdasarkan survei, sebanyak 82% siswa dalam kelompok eksperimen merasa bahwa umpan balik yang relevan dan spesifik membantu mereka memahami kemajuan belajar mereka. Umpan balik tersebut tidak hanya mengidentifikasi kesalahan, tetapi juga memberikan saran konkret untuk perbaikan. Temuan ini mendukung teori motivasi diri yang menekankan pentingnya rasa kompetensi dalam meningkatkan motivasi intrinsik siswa.

Data log aktivitas siswa menunjukkan bahwa umpan balik personal secara langsung memengaruhi konsistensi siswa dalam menyelesaikan tugas. Tingkat penyelesaian tugas pada kelompok eksperimen mencapai 88%, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 70%. Hal ini mengindikasikan bahwa umpan balik personal mendorong keterlibatan siswa secara lebih aktif dan sistematis dalam menyelesaikan modul pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan studi oleh (Ryan & Deci, 2017) yang menyoroti bahwa umpan balik spesifik meningkatkan motivasi intrinsik dengan memenuhi kebutuhan akan rasa kompetensi dan otonomi.

Wawancara dengan guru mengungkapkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen lebih proaktif dalam memperbaiki kesalahan mereka setelah menerima umpan balik yang spesifik. Guru melaporkan bahwa fitur ini membantu siswa untuk lebih fokus pada tujuan pembelajaran dan memotivasi mereka untuk terus meningkatkan pemahaman mereka. Guru juga mencatat bahwa siswa menjadi lebih aktif dalam meminta penjelasan tambahan terkait umpan balik yang diterima, sehingga meningkatkan kualitas interaksi antara siswa dan materi pembelajaran.

Analisis regresi menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kualitas umpan balik personal dengan tingkat motivasi siswa ($r=0,75$, $p<0,05$). Siswa yang menerima umpan balik dengan saran perbaikan yang jelas menunjukkan peningkatan motivasi yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang menerima umpan balik generik. Hal ini menegaskan bahwa umpan balik personal tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga sebagai pendorong untuk meningkatkan rasa percaya diri dan motivasi siswa dalam proses belajar mereka.

Selain itu, survei menunjukkan bahwa 76% siswa dalam kelompok eksperimen merasa bahwa umpan balik personal membuat mereka merasa lebih dihargai dan diperhatikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem e-learning berbasis data sains mampu memenuhi kebutuhan psikologis siswa, seperti rasa keterhubungan dan kompetensi. Dengan demikian, umpan balik personal tidak hanya berdampak pada peningkatan motivasi belajar, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan emosional.

Perbandingan Hasil Belajar Antara Sistem e-Learning Berbasis Data Sains dan Konvensional

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem e-learning berbasis data sains lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan dengan sistem konvensional. Berdasarkan data pretest dan posttest, kelompok eksperimen yang menggunakan sistem e-learning berbasis data sains mengalami peningkatan rata-rata skor sebesar 25%, sementara kelompok kontrol hanya mengalami peningkatan sebesar 10%. Perbedaan ini mencerminkan dampak positif yang lebih besar dari personalisasi materi dan fitur adaptif yang disediakan oleh sistem berbasis data sains dalam meningkatkan pemahaman siswa, dibandingkan dengan pendekatan konvensional yang cenderung statis dan kurang responsif terhadap kebutuhan individu siswa.

Analisis statistik inferensial mendukung temuan ini, di mana uji-t tidak berpasangan menunjukkan perbedaan signifikan antara hasil posttest kelompok eksperimen dan kontrol ($p < 0,05$). Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem berbasis data sains memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif melalui penyesuaian materi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa. Sebaliknya, pendekatan konvensional yang lebih umum tidak dapat menanggapi variasi kemampuan siswa dengan baik, sehingga hasil belajarnya relatif lebih rendah.

Survei terhadap siswa menunjukkan bahwa 85% responden dalam kelompok eksperimen merasa bahwa materi yang disajikan lebih relevan dan lebih mudah dipahami dibandingkan dengan sistem konvensional. Sebaliknya, hanya 60% siswa dalam kelompok kontrol yang merasakan hal serupa. Temuan ini menunjukkan bahwa relevansi materi yang dihasilkan melalui analisis data sains berkontribusi signifikan terhadap efektivitas pembelajaran, sejalan dengan prinsip personalisasi dalam teori pembelajaran adaptif yang mengedepankan kebutuhan individu siswa.

Wawancara dengan guru juga memberikan perspektif tambahan terkait perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok. Guru melaporkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan kemandirian dan pemahaman yang lebih baik. Guru juga mencatat bahwa sistem berbasis data sains memudahkan mereka dalam mengidentifikasi area kesulitan siswa secara lebih cepat dan akurat, sehingga intervensi yang diberikan menjadi lebih efektif dan tepat sasaran.

Analisis regresi menunjukkan hubungan positif yang signifikan antara tingkat personalisasi materi dengan peningkatan hasil belajar ($r = 0,72$, $p < 0,05$). Siswa yang menerima materi yang lebih terpersonalisasi cenderung menunjukkan peningkatan skor posttest yang lebih tinggi. Hal ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis data sains tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga memberikan dampak langsung terhadap pencapaian akademik mereka, menjadikannya solusi yang lebih unggul dibandingkan dengan sistem konvensional.

Dampak Penggunaan Data Sains terhadap Pola Interaksi Siswa dengan Platform e-Learning

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan data sains secara signifikan memengaruhi pola interaksi siswa dengan platform e-learning. Berdasarkan analisis log aktivitas siswa, kelompok eksperimen yang menggunakan sistem berbasis data sains mengakses platform lebih sering, dengan rata-rata 4,5 kali per minggu dibandingkan dengan 2,8 kali pada kelompok kontrol. Selain itu, siswa dalam kelompok eksperimen menunjukkan kecenderungan untuk mengakses materi tambahan yang direkomendasikan oleh sistem, dengan tingkat penyelesaian tugas mencapai 85%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan data sains mampu mendorong interaksi yang lebih intensif dan terarah, yang berkontribusi pada peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Penggunaan data sains memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi materi yang lebih relevan, yang pada gilirannya meningkatkan motivasi siswa untuk memanfaatkan fitur platform secara optimal. Survei yang dilakukan terhadap siswa dalam kelompok eksperimen mengungkapkan bahwa 78% responden merasa bahwa rekomendasi materi tambahan membantu mereka mengatasi kesulitan belajar, sedangkan hanya 55% siswa dalam kelompok kontrol yang merasakan manfaat serupa. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa analisis data sains dapat meningkatkan relevansi interaksi siswa dengan platform, yang memperkuat keterlibatan mereka dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Wawancara dengan guru memberikan wawasan tambahan mengenai dampak penggunaan data sains terhadap pola interaksi siswa. Guru melaporkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen lebih proaktif dalam mengajukan pertanyaan dan menyelesaikan tugas yang direkomendasikan oleh sistem. Guru juga mencatat bahwa fitur analitik yang disediakan oleh platform memungkinkan mereka untuk lebih memahami pola belajar siswa, sehingga mereka dapat memberikan intervensi yang lebih tepat sasaran. Hal ini menunjukkan bahwa data sains tidak hanya memengaruhi siswa, tetapi juga mendukung peran guru dalam memonitor dan meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Selain itu, analisis data mining pada log aktivitas siswa mengidentifikasi pola interaksi yang lebih terstruktur pada kelompok eksperimen. Siswa cenderung mengalokasikan waktu belajar yang lebih konsisten dan terfokus, dengan rata-rata durasi sesi belajar mencapai 45 menit dibandingkan dengan 30 menit pada kelompok kontrol. Pola ini menunjukkan bahwa sistem berbasis data sains mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih terorganisir, yang pada akhirnya mendukung efektivitas pembelajaran secara keseluruhan.

Analisis regresi menunjukkan hubungan positif yang signifikan antara intensitas interaksi siswa dengan platform dan hasil belajar mereka ($r=0,70$, $p<0,05$). Siswa yang lebih sering mengakses platform dan mengikuti rekomendasi sistem cenderung menunjukkan peningkatan skor posttest yang lebih tinggi. Temuan ini mengonfirmasi bahwa penggunaan data sains tidak hanya meningkatkan frekuensi interaksi siswa dengan platform, tetapi juga berdampak langsung pada pencapaian akademik mereka, menjadikannya alat yang efektif untuk mendukung pembelajaran yang lebih baik.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem e-learning berbasis data sains lebih efektif dalam meningkatkan pembelajaran dibandingkan dengan sistem konvensional. Peningkatan skor posttest pada kelompok eksperimen mencapai 25%, berkat personalisasi materi dan fitur adaptif yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Data sains juga memungkinkan identifikasi pola belajar yang mendukung rekomendasi materi yang lebih relevan. Selain itu, sistem ini meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa, serta mendukung peran guru dalam memberikan intervensi yang lebih tepat. Secara keseluruhan, penggunaan data sains dalam e-learning meningkatkan efektivitas dan pengalaman pembelajaran yang lebih personal.

Daftar Pustaka

- Abdulmajid, N. W., Pramuntadi, A., Riyanto, A. B., & Rochmah, E. (2017). Penerapan E-Learning Sebagai Pendukung Adaptive Learning Dan Peningkatan Kompetensi Siswa Smk Di Kabupaten Bantul. *Jurnal Taman Vokasi*, 5(2), 170–182. <https://doi.org/10.30738/jtv.v5i2.2475>
- Dalimunthe, N., & Silalahi, C. A. P. (2021). Penggunaan Media Pembelajaran E-Learning Kaitannya Dengan Efektifitas Belajar Dan Perkembangan Karakter. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN*, 4(1), Article 1.
- Damuri, A. (2020). Pengembanagn Model E-Learning Adaptif untuk Materi Pembelajaran Jaringan Komputer pada Amik Almuslim: E-Learning Adaptif. *Jurnal Inovasi Informatika*, 5(2), 110–120.
- Dantes, G. R., Suarni, N. K., & Sujaya, I. (2010). Model dynamic intellectual learning (Dil): Pergeseran paradigma e-learning menuju adaptive learning. *Prosiding Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*. <https://yudiagusta.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/09/229-235-knsi2010-039-model-dynamic-intellectual-learning-dil-pergeseran-paradigma-e-learning-menusju-adaptive-learning.pdf>
- Dharmayanti, W., & Nurcahyo, R. W. (2021). Analisis dan Perancangan E-Learning Adaptif di Sekolah Menengah Kejuruan. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v5i1.2544>
- Dharmayanti, W., Verawardina, U., & Nurcahyo, R. W. (2018). Analisis Dan Perancangan E-Learning Adaptif Berdasarkan Gaya Belajar Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Di Smk Negeri 7 Pontianak. *Wahana Didaktika : Jurnal Ilmu Kependidikan*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.31851/wahanadidaktika.v16i2.2046>
- Dinata, V. M., Wedi, A., & Fajarianto, O. (2024). Pengembangan Model Pembelajaran Adaptif dengan Implementasi Learning Analytics Berdasarkan Gaya Belajar VARK. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(001 Des), Article 001 Des. <https://doi.org/10.58230/27454312.1444>
- Fakhrurrazi, F., Nurhafni, N., Ula, M., Setiawan, A. L., & Arpika, A. M. (2022). Pengembangan Desa Digital Dalam Pelayanan Publik Dan Kearsipan Berbasis Teknologi Informasi Di Gampong Reulet Timur. *RAMBIDEUN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.51179/pkm.v5i3.1468>

- Fathoni, M., & Zainiyati, H. S. (2020). Pemanfaatan website madrasah sebagai media pembelajaran e-learning di tengah pandemi Covid-19 di MTs Kedungjambe Singgahan Tuban. *EVALUASI: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4(2), Article 2.
- Hakim, L., Sinaga, P., & Setiawan, A. (2018). Pengembangan Konten Materi Listrik Magnet Adaptif Untuk Calon Guru. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i1.10987>
- Kusworo, N. R. (2020). *Pengembangan adaptive e-learning system berbasis vark learning style (visual, auditory, reading/writing, kinesthetic) pada materi IP address / Nindia Rada Kusworo [Diploma, Universitas Negeri Malang]*. <https://repository.um.ac.id/140547/>
- Kusworo, N. R., Soepriyanto, Y., & Husna, A. (2021). Pengembangan adaptive e-learning sistem berbasis vark learning style pada materi IP address. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 4(1), 70–79.
- Murniarti, E. (2020). *Teori-Teori belajar dari pendekatan kognitif (Teori Piaget dan pengolahan informasi)*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia Jakarta. <http://repository.uki.ac.id/2915/1/BahanAjar52020.pdf>
- Nugraha, A. A., & Budiyanto, U. (2022). Adaptive E-Learning System Berbasis Vark Learning Style dengan Klasifikasi Materi Pembelajaran Menggunakan K-NN (K-Nearest Neighbor). *Technomedia Journal*, 7(2 October), 248–261. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i2.1900>
- Prasetyo, G. A., & Wantoro, J. (2024). E-Learning Mata Pelajaran Informatika melalui Model Problem Based Learning berbasis Moodle. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i1.25264>
- Putra, I. G. J. A. (2019). Adaptive Learning: Mengidentifikasi Gaya Belajar Peserta Didik Dalam Rangka Optimalisasi Sistem E-Learning Dengan Menggunakan Bayesian Network. *JURNAL ILMU KOMPUTER INDONESIA*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.23887/jik.v4i2.2773>
- Putra, R. D. Y. S., Susilaningsih, S., & Abidin, Z. (2020). Pengembangan media website e-learning berbasis model responsive web design untuk siswa SMA. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 292–302.
- Rafiq, R. (2015). Teori Pengolahan Informasi: Perspektif Pendidikan. *KOMUNIDA : Media Komunikasi Dan Dakwah*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.35905/komunida.v5i2.105>
- Rahayu, T. (2019). Teori Pengolahan Informasi Dalam Pembelajaran MI. *Al-Misbah (Jurnal Prodi PGMI)*, 5(02 Desember), Article 02 Desember.
- Ruliah, R. (2017). Model E-Learning Adaptif Dengan Pendekatan Karakteristik Mahasiswa. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v6i1.237>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.
- Sari, I. P. (2017). Implementasi pembelajaran berbasis e-learning menggunakan claroline. *Research and Development Journal of Education*, 4(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/236196992.pdf>

-
- Septiana, P. M. (2021). Mobile Learning di Pedesaan dan Pemanfaatannya Bagi Masyarakat: Bahasa Indonesia. *Jurnal Mahasiswa Pendidikan Informatika (JUMPIKA)*, 3(1), Article 1.
- Ziaurrahman, Z., & Surjono, H. D. (2017). Pengembangan e-learning adaptif pada mata pelajaran Pendidikan Agama Islam untuk kelas X SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.21831/jitp.v4i2.10458>