

Evaluasi Hasil Belajar Berbasis Logfile pada Pembelajaran Pemrograman melalui Arsitektur E-Learning Terintegrasi

Indra Maulana^{*1}, Teguh Syafrudin²

^{1,2}Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Institut Prima Bangsa, Indonesia
Email: ¹indramaulana360@gmail.com, ²teguhsyafrudin21@gmail.com

Abstrak

Perkembangan platform e-learning menuntut adanya pendekatan evaluasi hasil belajar yang tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga mencakup dimensi afektif dan psikomotorik, khususnya dalam pembelajaran pemrograman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan merumuskan model arsitektur e-learning yang mendukung evaluasi hasil belajar berbasis logfile pada konteks laboratorium pemrograman virtual. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) terhadap 44 artikel ilmiah relevan yang dipublikasikan pada periode 2016–2022 dari berbagai basis data bereputasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar platform e-learning masih mengevaluasi pembelajaran secara parsial dan belum mengintegrasikan penilaian kognitif, afektif, dan psikomotorik secara komprehensif. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengusulkan model arsitektur e-learning berbasis Model–View–Controller (MVC) yang memanfaatkan analisis logfile dan pendekatan machine learning untuk mengelompokkan tingkat keterlibatan dan aktivitas belajar mahasiswa. Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada penyediaan kerangka konseptual arsitektur e-learning yang sistematis dan berbasis data, yang dapat digunakan sebagai acuan pengembangan dan evaluasi pembelajaran pemrograman secara holistik

Kata kunci: *Arsitektur e-learning, Evaluasi hasil belajar, Logfile, Pembelajaran pemrograman, Systematic Literature Review.*

Evaluation of Logfile-Based Learning Outcomes in Programming Education through Integrated E-Learning Architecture

Abstract

The rapid development of e-learning platforms necessitates comprehensive approaches to learning outcome evaluation that extend beyond cognitive aspects to include affective and psychomotor domains, particularly in programming education. This study aims to examine and formulate an e-learning architecture model that supports logfile-based learning outcome evaluation within the context of virtual programming laboratories. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted on 44 relevant scholarly articles published between 2016 and 2022 and retrieved from reputable academic databases. The findings indicate that most existing studies evaluate learning outcomes in a partial manner and lack an integrated assessment of cognitive, affective, and psychomotor domains. Based on these findings, this study proposes an e-learning architecture model based on the Model–View–Controller (MVC) paradigm that leverages logfile analysis and machine learning approaches to classify students' learning activity and engagement levels. The scientific contribution of this study lies in providing a systematic, data-driven conceptual framework for e-learning architecture that can serve as a reference for the development and holistic evaluation of programming learning environments.

Keywords: *E-learning architecture; Learning outcome evaluation; Logfile; Programming education; Systematic Literature Review.*

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran yang ideal, capaian belajar siswa mencakup tiga domain utama, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik sebagaimana dikemukakan dalam Taksonomi Bloom. Domain kognitif berkaitan dengan pengetahuan dan kemampuan berpikir, domain afektif mencakup sikap, nilai, dan keterlibatan emosional, sedangkan domain psikomotorik berhubungan dengan keterampilan fisik dan praktik. Namun, dalam lingkungan pembelajaran daring, proses evaluasi pembelajaran masih didominasi oleh domain kognitif, sementara domain afektif dan psikomotorik belum dapat dimaksimalkan secara optimal [1], [2]. Keterbatasan ini muncul karena

pembelajaran daring umumnya belum mampu memfasilitasi aktivitas praktik dan interaksi sosial secara langsung sebagaimana pada pembelajaran tatap muka.

Dalam konteks e-learning, keterlibatan mahasiswa menjadi aspek penting yang harus dipantau secara sistematis. Keterlibatan mahasiswa mencakup dimensi kognitif, perilaku, emosional (afektif), dan sosial [7]. Namun, mengidentifikasi keterlibatan mahasiswa dalam platform e-learning bukanlah hal yang mudah, karena proses pembelajaran daring bersifat kompleks dan multidimensional. Aktivitas mahasiswa seperti durasi menonton video, pengerjaan kuis, pengumpulan tugas, serta partisipasi dalam forum diskusi perlu dipantau secara cermat untuk memperoleh gambaran keterlibatan belajar yang komprehensif [3], [4], [5] [6]. Tantangan utama terletak pada penentuan indikator yang tepat serta metode pengukuran yang mampu merepresentasikan keterlibatan mahasiswa secara objektif.

Permasalahan tersebut menjadi semakin signifikan dalam pembelajaran algoritma dan pemrograman, yang dikenal sebagai mata kuliah dengan tingkat kesulitan tinggi baik bagi mahasiswa maupun dosen [7], [8]. Mahasiswa dituntut untuk memahami sintaks pemrograman sekaligus logika pemecahan masalah secara bersamaan [9]. Pembelajaran pemrograman juga menuntut penguasaan keterampilan psikomotorik melalui aktivitas praktikum yang berkelanjutan. Namun, dalam praktik pembelajaran daring, aktivitas praktikum sering kali tidak dilakukan secara optimal, sehingga berdampak pada rendahnya keterampilan praktis mahasiswa. Padahal, peningkatan keterampilan pemrograman berbanding lurus dengan perkembangan kemampuan berpikir komputasional dan pemahaman konseptual mahasiswa [10]. Untuk menjadi programmer yang kompeten, mahasiswa perlu melakukan latihan intensif serta memperoleh umpan balik yang bermakna terhadap aktivitas praktik yang dilakukan [11]

Sebagai upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut, platform e-learning perlu dilengkapi dengan fasilitas yang mampu mendukung pembelajaran pada ketiga domain, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah penggunaan Virtual Lab Programming, yaitu laboratorium virtual berbasis web yang menyediakan editor pemrograman interaktif untuk mendukung pembelajaran algoritma dan pemrograman [12]. Laboratorium virtual menawarkan solusi alternatif yang lebih fleksibel dan berbiaya rendah dibandingkan laboratorium fisik, serta semakin banyak diadopsi dalam konteks e-learning [13] [14]. Implementasi laboratorium virtual terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar, aktivitas kognitif, serta keterampilan praktis mahasiswa dalam pembelajaran pemrograman.

Meskipun demikian, instruktur masih menghadapi tantangan dalam memantau aktivitas praktikum setiap mahasiswa secara individual dalam lingkungan pembelajaran daring. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pengawasan sesi praktikum merupakan salah satu kendala utama dalam pembelajaran pemrograman online [15]. Dalam konteks ini, Learning Management System (LMS) secara otomatis menghasilkan file log yang merekam berbagai aktivitas mahasiswa, seperti frekuensi klik, durasi akses, penggunaan sumber belajar, serta interaksi dengan tugas dan forum diskusi. File log menyediakan sumber data yang bersifat objektif dan bebas dari bias laporan diri, yang sering kali dipengaruhi oleh distorsi memori atau bias sosial [16], [17]. Berbagai penelitian telah memanfaatkan fitur-fitur logfile, seperti frekuensi login, durasi belajar, konsistensi akses, dan keteraturan interval belajar, untuk menganalisis perilaku dan keterlibatan mahasiswa dalam platform e-learning [18] [19] [20] [21] [22]

Dalam bidang Educational Data Mining dan Learning Analytics, logfile digunakan untuk mengenali pola pembelajaran serta mengelompokkan mahasiswa berdasarkan aktivitas mereka dalam platform e-learning [23]. Pendekatan machine learning banyak diterapkan untuk mendukung analisis data pembelajaran, evaluasi hasil belajar, dan prediksi kinerja akademik mahasiswa [24]. Beberapa studi menggunakan algoritma klusterisasi, seperti k-means, untuk menganalisis logfile pada laboratorium pemrograman virtual berdasarkan jumlah klik, durasi akses, dan capaian nilai mahasiswa. Hasil analisis ini dapat dimanfaatkan untuk evaluasi pembelajaran, bimbingan mahasiswa, serta prediksi kinerja akademik di masa depan [25]. Meskipun penelitian terkait logfile dan analisis pembelajaran telah banyak dilakukan, sebagian besar studi masih berfokus pada aspek tertentu secara parsial, seperti kinerja akademik atau keterlibatan belajar saja. Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan analisis logfile dengan kerangka evaluasi pembelajaran berbasis Taksonomi Bloom, khususnya dalam konteks pembelajaran algoritma dan pemrograman berbasis laboratorium virtual, masih terbatas. Platform e-learning yang tersedia saat ini juga umumnya belum menyediakan fasilitas praktikum yang memadai, terutama pada bidang sains dan teknik yang memerlukan aktivitas eksperimen dan praktik langsung [26]. Pola interaksi mahasiswa dalam logfile bersifat spesifik terhadap setiap mata kuliah dan konteks pembelajaran, sehingga memerlukan pendekatan arsitektur e-learning yang dirancang secara khusus [27] [28]

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis literatur terkait desain dan model arsitektur e-learning, serta jenis data yang digunakan dalam evaluasi pembelajaran berbasis logfile melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Penelitian ini juga mengusulkan model arsitektur e-learning yang mengintegrasikan evaluasi hasil belajar pada domain kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam konteks pembelajaran algoritma dan pemrograman. Hasil penelitian diharapkan

dapat memberikan kerangka konseptual yang sistematis sebagai acuan bagi institusi pendidikan dalam mengembangkan dan mengevaluasi platform e-learning berbasis data secara lebih komprehensif.

2. METODE PENELITIAN

2.1. *Systematic Literature Review*

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji dan mensintesis penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan arsitektur e-learning, evaluasi hasil belajar, serta pemanfaatan data logfile dalam pembelajaran daring, khususnya pada konteks pembelajaran algoritma dan pemrograman. Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mensintesis temuan ilmiah yang relevan.

2.2. Pencarian Literatur

Proses pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah bereputasi, dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang relevan, seperti e-learning architecture, learning analytics, logfile, programming learning, virtual laboratory, dan learning outcome evaluation. Operator Boolean (AND, OR) digunakan untuk memperluas dan mempersempit hasil pencarian sesuai dengan kebutuhan penelitian. Rentang tahun publikasi dibatasi pada periode tertentu untuk memastikan bahwa artikel yang dikaji merepresentasikan perkembangan terkini dalam bidang e-learning dan analisis pembelajaran, sekaligus menjaga relevansi dan aktualitas kajian.

2.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel yang diperoleh dari proses pencarian selanjutnya diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang membahas arsitektur e-learning, evaluasi pembelajaran, atau analisis logfile; (2) artikel yang dipublikasikan dalam jurnal atau prosiding ilmiah bereputasi; dan (3) artikel yang relevan dengan konteks pembelajaran daring atau pendidikan pemrograman. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap, artikel duplikat, serta artikel yang tidak secara langsung berkaitan dengan fokus penelitian. Proses seleksi dilakukan secara bertahap melalui penyaringan judul, abstrak, dan teks lengkap.

2.4. Pertanyaan Penelitian

Tujuan utama pertanyaan penelitian ini adalah untuk menetapkan kerangka kerja yang jelas yang mendefinisikan ruang lingkup tinjauan literatur. Dengan demikian, pertanyaan penelitian berfungsi sebagai panduan dasar untuk seluruh proses pengumpulan data. Setiap pertanyaan telah dirumuskan dengan cermat untuk menanggapi aspek spesifik studi, memastikan pemeriksaan komprehensif terhadap literatur yang relevan. Tabel I menyajikan pertanyaan penelitian secara rinci, yang dirancang untuk mengungkap wawasan kritis dan memberikan arah untuk analisis selanjutnya. Pertanyaan-pertanyaan ini pada akhirnya akan membantu mengidentifikasi celah dalam pengetahuan yang ada dan berkontribusi pada pengembangan arsitektur platform e-learning yang kokoh.

Tabel 1 Pertanyaan Penelitian

| No | Pertanyaan Penelitian | Tujuan |
|----|--|--|
| 1 | Apa saja fitur utama yang terdapat dalam desain arsitektur e-learning? | Identifikasi fitur yang dapat digunakan untuk praktik pemrograman dalam sistem manajemen pembelajaran (LMS). |
| 2 | Model apa yang digunakan dalam merancang arsitektur e-learning? | Identifikasi model dalam merancang arsitektur platform e-learning. |
| 3 | Data apa yang digunakan untuk evaluasi pembelajaran dalam e-learning? | Identifikasi data yang dapat digunakan dan langsung terkait dengan evaluasi pembelajaran. |

2.5. Hasil Penemuan

Selama proses inklusi, kata kunci digunakan untuk menemukan artikel relevan di setiap penerbit jurnal. Meskipun sejumlah besar artikel ditemukan, hanya yang melibatkan peneliti, pendekatan, metode, dan menjawab pertanyaan penelitian yang dipilih yang diklasifikasikan sebagai 'Studi yang Ditemukan' (SF). Selanjutnya, abstrak dianalisis untuk mengidentifikasi artikel yang diklasifikasikan sebagai 'Studi Calon' (CS). Terakhir, pemeriksaan menyeluruh terhadap teks lengkap mengarah pada identifikasi artikel yang diklasifikasikan sebagai 'Studi Terpilih' (SS). Tabel 2 berisi kompilasi lengkap artikel jurnal yang telah dimasukkan ke dalam dataset akhir. Selain itu, literatur yang diterbitkan sebelum 2016 dengan judul yang sama dikecualikan dari dataset akhir. Namun, studi ini menghadapi batasan akibat akses terbatas ke beberapa penerbit jurnal, yang memengaruhi jumlah literatur yang dapat dikumpulkan. Batasan akses ini menyebabkan pemilihan sumber yang lebih sempit, yang berpotensi memengaruhi kelengkapan tinjauan literatur. Meskipun demikian, studi ini berusaha untuk memasukkan publikasi yang paling relevan dan berkualitas tinggi yang tersedia. Proses seleksi yang lebih terbatas mengharuskan pendekatan yang lebih terfokus dalam mengidentifikasi studi kunci yang sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian di masa depan sebaiknya mempertimbangkan strategi untuk mengatasi hambatan akses ini guna memastikan tinjauan literatur yang lebih komprehensif.

Tabel 2 Hasil Penemuan

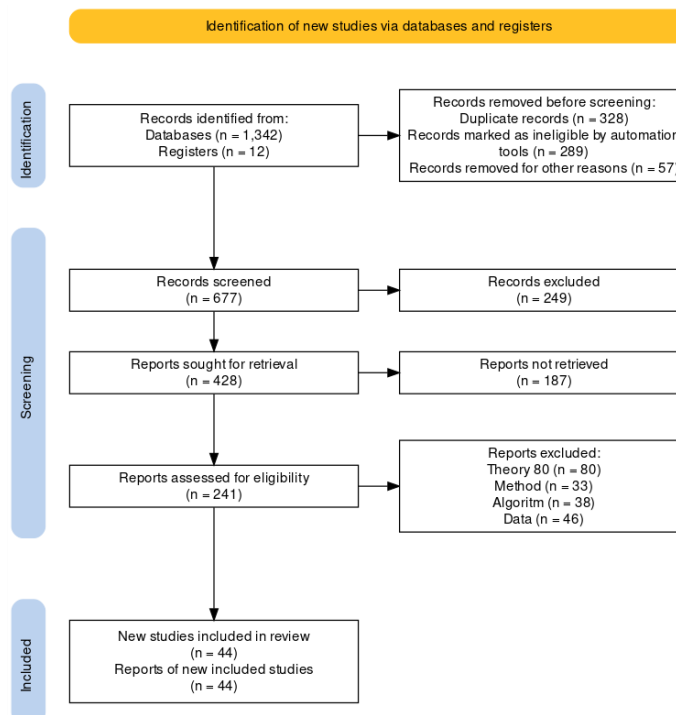
| No | Jurnal Database | Jumlah Artikel |
|--------------|--------------------------|----------------|
| 1 | ScienceDirect (Elsevier) | 13 |
| 2 | ACM | 11 |
| 3 | Wiley | 6 |
| 4 | Springer | 5 |
| 5 | MDPI | 2 |
| 6 | Lainnya | 7 |
| Total | | 44 |

Proses pencarian artikel penelitian didasarkan pada kriteria yang jelas dan terdefinisi dengan baik untuk inklusi dan eksklusi, memastikan pemilihan studi yang relevan dan berkualitas tinggi. Kriteria ini sangat penting untuk menjaga integritas dan fokus tinjauan literatur, karena membantu menyaring studi yang tidak memenuhi standar yang diperlukan. Tabel 3 memberikan gambaran rinci tentang kriteria ini, menyoroti parameter spesifik yang digunakan untuk mengevaluasi setiap studi. Dengan mematuhi pedoman ini, proses penelitian tetap konsisten dan objektif, meminimalkan risiko bias. Pendekatan sistematis ini meningkatkan keandalan dan validitas keseluruhan temuan studi.

Tabel 3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

| Kriteria | | |
|---------------------|----|--|
| Inklusi | I1 | Artikel yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2022 |
| | I2 | Artikel ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia |
| | I3 | Artikel teks lengkap |
| | I4 | Artikel-artikel berkaitan dengan implementasi |
| Pengecualian | E1 | Artikel tidak terkait dengan implementasi |
| | E2 | Artikel serupa dari basis data yang berbeda. |

Kriteria inklusi (I1) dirancang untuk memastikan jumlah artikel yang dipilih tetap terkelola dan kontennya tetap relevan dengan era penelitian saat ini. Selain itu, kriteria I2 bertujuan untuk memasukkan berbagai pengalaman belajar dari penulis yang mahir dalam bahasa Inggris dan Indonesia, sehingga memperkaya keragaman perspektif. Kriteria I3 berfokus pada pemilihan artikel yang kritis dan rinci, sehingga meningkatkan kedalaman tinjauan literatur. Di sisi lain, kriteria eksklusi (E1) diterapkan untuk menjaga diskusi yang terfokus, menyaring studi yang tidak sejalan dengan tujuan penelitian inti. Akhirnya, kriteria E2 digunakan untuk mencegah redundansi dan memastikan setiap artikel jurnal memberikan wawasan unik bagi studi.



Gambar 1 Tinjauan Literatur

2.6. Peran Algoritma *K-Means* dalam Arsitektur yang Diusulkan

Algoritma *k-means* dalam penelitian ini diposisikan sebagai komponen konseptual dalam arsitektur *e-learning* yang diusulkan, khususnya pada tahap analisis logfile dan pengelompokan aktivitas belajar mahasiswa. *K-means* merupakan algoritma klusterisasi yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah klaster berdasarkan tingkat kemiripan tertentu. Secara umum, algoritma ini bekerja dengan meminimalkan jarak antara data dan pusat klaster (*centroid*) melalui proses iteratif. Dalam konteks arsitektur yang diusulkan, *k-means* digunakan untuk mengilustrasikan bagaimana data logfile, seperti jumlah klik, durasi akses, dan aktivitas praktikum, dapat dikelompokkan guna mendukung evaluasi keterlibatan dan hasil belajar mahasiswa. Namun demikian, penelitian ini tidak melakukan implementasi empiris atau pengujian eksperimental terhadap algoritma tersebut.

2.7. Batasan Penelitian

Perlu ditegaskan bahwa penelitian ini bersifat konseptual dan arsitektural. Penelitian tidak melakukan pengujian empiris menggunakan data nyata mahasiswa, melainkan berfokus pada kajian literatur dan perumusan model arsitektur *e-learning* berbasis logfile. Oleh karena itu, hasil penelitian berupa kerangka konseptual yang dapat dijadikan dasar bagi penelitian selanjutnya yang bersifat implementatif dan empiris.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Apa saja fitur utama yang terdapat dalam desain arsitektur *e-learning*?

Pembelajaran daring merujuk pada proses pendidikan yang memanfaatkan perangkat dengan koneksi internet, memungkinkan peserta didik berpartisipasi dalam lingkungan pembelajaran sinkron atau asinkron[29], termasuk laboratorium pemrograman virtual sebagai fitur utama dalam platform untuk mengakomodasi praktik siswa. Selain itu, mereka akan menemui Integrated Development Environment (IDE), yaitu editor teks yang dirancang untuk memfasilitasi pekerjaan praktis[30] dan sangat bermanfaat bagi pemrogram pemula. Fitur IDE berbasis web (termasuk Pratinjau Output) dapat meningkatkan tingkat kelulusan hingga 78% dibandingkan dengan tingkat kelulusan 50% tanpa menggunakannya[31]. Selain itu, dalam arsitektur *e-learning*, penilaian pembelajaran didasarkan pada taksonomi Bloom. Seiring upaya pendidik untuk mengevaluasi pengalaman belajar siswa secara holistik, arsitektur *e-learning* berkembang untuk memasukkan strategi evaluasi yang mencakup pemahaman

kognitif, keterlibatan afektif, dan pengembangan keterampilan psikomotorik. Tinjauan literatur ini menyelidiki lanskap arsitektur e-learning yang dirancang untuk laboratorium pemrograman virtual, yang mampu mengevaluasi proses belajar.

3.1.1. Hasil kognitif

Hasil kognitif berkaitan dengan pencapaian pengetahuan, informasi, dan kemampuan intelektual [32]. Tujuan, hasil, dan fungsionalitas yang diusulkan ditampilkan dalam Tabel 4. Akhirnya, model arsitektur platform e-learning untuk pembelajaran pemrograman diusulkan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 4 Fitur kognitif

| Objek | Hasil | Fitur yang diusulkan |
|---------------------|--|--------------------------|
| Pengetahuan | Pengetahuan dan informasi yang telah dipahami dan diperoleh oleh peserta didik dari materi pelajaran | Konten, tugas, dan kuis. |
| Keterampilan cerdas | Proses berpikir, seperti penalaran, pemahaman, keterampilan berpikir, pemecahan masalah, dan keterampilan pengambilan keputusan. | |

3.1.2. Hasil afektif

Aspek afektif merujuk pada komponen emosi, sikap, dan perasaan siswa dalam proses belajar, terutama dalam indikator respons. Pemantauan aspek afektif sangat penting karena dapat memengaruhi motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa, serta mengkategorikan siswa berdasarkan preferensi belajar mereka, mengidentifikasi siswa pasif, dan menggambarkan jalur yang sering diakses dalam kursus [33]. Ilustrasi hasil belajar dalam domain afektif, khususnya dalam kategori respons, adalah meningkatnya antusiasme siswa untuk menyelami lebih dalam materi pelajaran [34].

Tabel 5 menampilkan hasil pencarian, dan kami telah mengidentifikasi 11 artikel penelitian yang sesuai dengan topik studi kami berdasarkan Scindirect, Scholar, dan ResearchGate. Penelitian tentang keterlibatan siswa dalam pembelajaran dapat melibatkan penggunaan file log, seperti yang ditunjukkan dalam studi yang dilakukan oleh Yaqun Zhang dkk. [33]. Analisis keterlibatan siswa dalam e-learning melalui file log juga dieksplorasi dalam studi yang dilakukan di [28]. Dalam domain afektif, keterlibatan pembelajaran dapat diamati dengan mempertimbangkan [35].

Tabel 5 Fitur afektif

| Objek | Hasil | Fitur yang diusulkan |
|-------------------------|---|---|
| Respons Interaksi Siswa | Respons siswa menunjukkan tingkat keterlibatan siswa selama proses pembelajaran, dan pendidik dapat mengidentifikasi konten pembelajaran yang disukai oleh siswa. | Penggunaan sumber daya, frekuensi tindakan, frekuensi login, volume diskusi, frekuensi akses modul [36][36] [6] [37] [38][39] |

3.1.3. Hasil psikomotor

Teori ini beroperasi berdasarkan premis bahwa pembelajar dapat meningkatkan pembelajaran mereka dengan aktif terlibat dalam aktivitas pemrograman. Untuk mengembangkan keterampilan pemrograman yang mahir, pemrogram pemula harus dilengkapi dengan kemampuan untuk mengubah algoritma mereka menjadi bahasa pemrograman, sebelum menguasai teknik penulisan program komputer. Hal ini dapat melibatkan tugas-tugas seperti membuat program dasar, memecahkan masalah melalui pemrograman, atau mengimplementasikan konsep-konsep tertentu menggunakan bahasa pemrograman. Untuk memantau kemajuan siswa secara efektif, laboratorium virtual dikembangkan dalam bentuk editor pemrograman yang mampu menyimpan semua proyek siswa.

Tabel 6 Fitur psikomotor

| Objek | Hasil | Fitur yang diusulkan |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| Mahasiswa berlatih pemrograman | Melatih algoritma, merancang program | IDE berbasis web (Yulianto dkk., 2017) |

3.2. Model apa yang digunakan untuk merancang arsitektur e-learning?

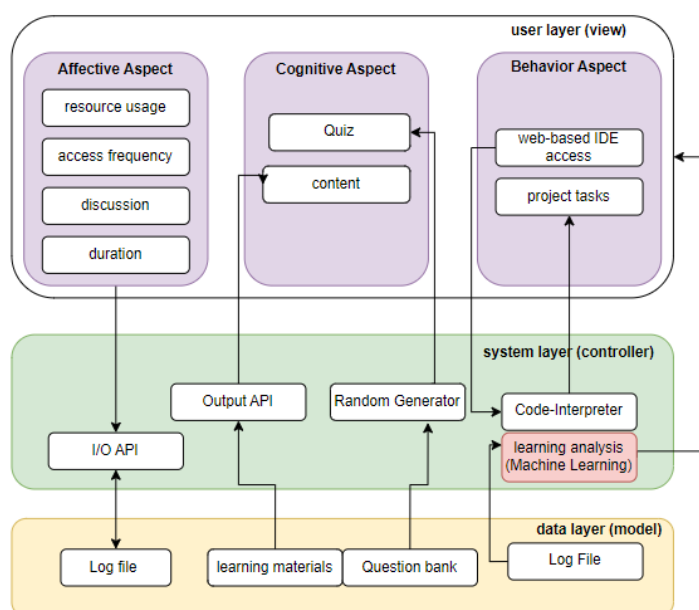
Pengembangan aplikasi umumnya terdiri dari tiga komponen kode: front-end, database, dan back-end[40]. Ketiga komponen ini diintegrasikan menjadi satu, tetapi jika lebih banyak modul aplikasi akan dibuat, model ini mungkin tidak cocok karena dapat membingungkan programmer selama pengembangan aplikasi[41]. Oleh karena itu, pola arsitektur diperlukan untuk membantu mengidentifikasi dan menentukan objek, kelas, dan komponen[42]. Pola arsitektur berfungsi sebagai panduan dan instruksi untuk menciptakan aplikasi yang dapat dipelihara dan mudah dikembangkan[43], serta mempercepat proses pengembangan dengan menyediakan cara yang teruji untuk menyelesaikan masalah di masa depan[44] seperti Model-View-Controller (MVC).

Pola arsitektur MVC membagi aplikasi menjadi tiga komponen yang terpisah: Model, yang mencakup fungsi dan data dasar; View, yang bertanggung jawab untuk menampilkan informasi kepada pengguna; dan Controller, yang mengelola masukan pengguna dan penanganan data[45]. Oleh karena itu, MVC memisahkan akses data dan tampilan, memastikan kemandirian modul[9]. Pemisahan aplikasi memudahkan pengujian sebagai koneksi antara komponen aplikasi yang berbeda[46]. Abdul Majeed dan Ibtisam Rauf memberikan wawasan tentang MVC untuk pengembangan aplikasi web modern[46], di mana MVC dianggap sebagai pilihan yang baik dalam menyediakan fitur canggih. MVC membuat pengembangan aplikasi web efektif dan mengurangi kompleksitas[46].

Berdasarkan studi sebelumnya, penggunaan arsitektur MVC dapat secara signifikan mengurangi kompleksitas kode dalam perangkat lunak. Oleh karena itu, MVC digunakan sebagai pola dalam pengembangan aplikasi untuk mengatasi masalah kompleks dalam pemrosesan data saat pengguna menggunakan e-learning secara bersamaan. Untuk mengamati keunggulan MVC dalam pengembangan aplikasi, dilakukan deteksi kode yang bermasalah.

- Model - Kelas model berfungsi sebagai implementasi logika data untuk domain. Mereka bertanggung jawab untuk mengambil, menyisipkan, atau memperbarui data dalam basis data yang terkait dengan aplikasi.
- View - View bertanggung jawab untuk membuat antarmuka pengguna aplikasi. Ia menyiapkan antarmuka melalui mana pengguna berinteraksi dengan aplikasi.
- Controller - Kelas controller menangani permintaan pengguna dan memulai tindakan yang sesuai. Mereka berinteraksi dengan kelas model dan menentukan tampilan yang tepat untuk ditampilkan berdasarkan permintaan pengguna.

Gambar 2 Arsitektur e-learning model MVC



Model yang diusulkan disusun dalam tiga lapisan. Lapisan pertama adalah lapisan pengguna, yang berfungsi sebagai antarmuka di mana peserta didik berinteraksi. Di dalam lapisan ini, terdapat fitur-fitur yang sesuai dengan tiga teori pendidikan: model konten, fungsi kuis/ujian, dan sistem rekomendasi & adaptif. Fitur-fitur ini dirancang untuk memperkaya pemahaman peserta didik tentang konsep pemrograman dari perspektif kognitif. Selain itu, disarankan untuk menggunakan Lingkungan Pengembangan Terpadu (IDE) berbasis web dan pratinjau output agar peserta didik dapat menerapkan keterampilan yang dipelajari dan berpartisipasi dalam pengalaman belajar praktis. Terakhir, interaksi dan kerja sama antar peserta didik didorong melalui forum diskusi dan alat eksternal seperti konferensi video dan platform media sosial.

Lapisan sistem, yang terletak di antara lapisan data dan lapisan pengguna, bertanggung jawab mengelola logika platform e-learning. Lapisan ini terdiri dari berbagai algoritma yang dirancang untuk melakukan tugas seperti mengacak pertanyaan, mengorganisir materi pembelajaran, menganalisis log aktivitas, menginterpretasikan kode yang ditulis peserta didik, dan menyimpan log komunikasi. Untuk mendukung fungsi-fungsi ini, interpreter dan mesin virtual diimplementasikan dalam lapisan ini untuk menangani bahasa PHP dan HTML. Lapisan ketiga adalah lapisan data, yang berfungsi sebagai representasi fisik dari berkas materi bank soal, basis data, dan berkas log. Ketiga lapisan ini secara efektif mewakili kerangka kerja Model-View-Controller (MVC) dalam bidang rekayasa perangkat lunak.

3.3. Data apa yang digunakan untuk mengevaluasi pembelajaran dalam e-learning?

Untuk mengevaluasi proses pembelajaran di domain afektif, psikomotorik, dan kognitif, perlu mengidentifikasi variabel yang akan digunakan. Dalam studi ini, file log dari setiap fitur yang dijelaskan dalam Tabel 4, 5, dan 6 akan berfungsi sebagai dataset, yang akan diproses menggunakan algoritma penambahan data k-means clustering.

Data log, atau file log, terdiri dari daftar berbagai tindakan yang dilakukan oleh pengguna[47]. Data yang tercatat dalam data log Moodle dapat mencakup data aktivitas, data cap waktu tugas, dan data nilai atau peringkat akhir[48].

Tabel 7 Pendekatan yang digunakan untuk evaluasi pembelajaran berbasis file log.

| Studi | Kategori pendekatan evaluasi | Subkategori pendekatan evaluasi | Teknik/ deskripsi teknik yang digunakan |
|-------|------------------------------|---------------------------------|---|
| [47] | Modelling | Keterlibatan pola | Analisis kluster |
| [49] | Pemodelan | Keterlibatan pola | Analisis kluster |
| [50] | Pemodelan | Keterlibatan pola | Analisis kluster |
| [9] | Pemodelan | Persamaan structural pemodelan | Partial least quares |
| [51] | Pemodelan | Model pembelajaran mesin | Analisis kluster |
| [18] | Modelling | Model pembelajaran mesin | Analisis kluster |
| [26] | Pemodelan | Model pembelajaran mesin | Analisis kluster |
| [49] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Regresi logistik |
| [7] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Regresi logistik |
| [52] | Data berbasis komputer | Menonton video | Regresi logistik |
| [53] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klasifikasi teoritis |
| [26] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klik, tampilan, dan komentar |
| [42] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klik, tampilan, dan komentar |
| [28] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klik, tampilan, dan komentar |
| [54] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klik, tampilan, dan komentar |
| [55] | Data berbasis komputer | Analisis file log | Klik, tampilan, dan komentar |

Dari penelitian yang disajikan dalam Tabel 7, kita dapat menentukan data dan metode yang dapat digunakan untuk mengamati aktivitas belajar dalam e-learning dan mengevaluasi proses belajar. Metode pengolahan data yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi berkas log. Meskipun tidak ada definisi atau pola keterlibatan yang secara universal diterima, para peneliti telah mengidentifikasi pola-pola berulang dalam tinjauan literatur. Untuk studi ini, para peneliti menggunakan metode analisis kluster, seperti yang dilakukan

oleh Anaturiya, Nicola Kadoic, dan Pascal Mariniho, untuk mengelompokkan setiap aspek yang disajikan dalam Tabel 4, 5, dan 6. Data yang digunakan untuk analisis terdiri dari file log. Analisis kluster dilakukan untuk mengelompokkan data akademik siswa ke dalam tiga kluster: aktif, moderat aktif, dan kurang aktif atau pasif.

Tabel 8 Masalah yang diteliti dalam studi ini.

| Studi | Kategori masalah | Masalah kontekstual |
|-------|----------------------------------|---|
| [4] | Aktivitas kursus umum | Mendeteksi siswa berisiko |
| [56] | Aktivitas umum dalam mata kuliah | Motivasi dan keterlibatan |
| [9] | Aktivitas umum dalam mata kuliah | Motivasi dan keterlibatan |
| [50] | Aktivitas umum dalam kursus | Kualitas dan keterlibatan |
| [35] | Aktivitas umum dalam kursus | Menonton video, mengerjakan soal kursus, mengakses modul kursus, berpartisipasi dalam diskusi forum |
| [57] | Video kuliah | Sistem bimbingan cerdas |
| [38] | Forum diskusi | Pembelajaran kognitif |

Masalah yang diidentifikasi oleh para peneliti dari beberapa studi menunjukkan bahwa logfile dapat digunakan untuk menganalisis fitur-fitur yang seharusnya ada dalam platform e-learning yang dirancang oleh para peneliti, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4, 5, dan 6.[58] . Aktivitas pembelajaran yang diusulkan di mana instruktur menerima laporan bulanan yang menjelaskan siswa mana yang berisiko dan memerlukan intervensi tepat waktu. Temuan menunjukkan bahwa kursus pemrograman yang mengintegrasikan analitik pembelajaran menghasilkan peningkatan hasil belajar siswa dan tingkat keterlibatan yang lebih tinggi. Masalah yang diinvestigasi oleh[26] menyediakan pola perilaku yang dapat diinterpretasikan dan terkait dengan hasil kinerja siswa.

Saat ini, pekerjaan sedang dilakukan untuk mengimplementasikan model arsitektur yang diusulkan untuk kursus pemrograman komputer dalam e-learning. Akibatnya, dokumentasi dan analisis lengkap tentang perbaikan yang diharapkan dalam hasil belajar siswa belum selesai. Namun, studi ini menunjukkan potensi model yang diusulkan untuk menyediakan lingkungan belajar virtual yang melampaui batasan terkait waktu, lokasi, kompatibilitas perangkat, dan kinerja. Selain itu, model ini berfungsi sebagai alat penilaian untuk mengevaluasi domain psikomotorik, kognitif, dan afektif siswa.

Untuk mengevaluasi proses pembelajaran di domain afektif, psikomotorik, dan kognitif, perlu mengidentifikasi variabel yang akan digunakan. Dalam studi ini, logfile dari setiap fitur akan diproses dan dianalisis menggunakan machine learning dengan algoritma k-means clustering untuk menghasilkan 3 kluster untuk setiap aspek pembelajaran. Karena penelitian ini didasarkan pada SLR, sangat disarankan agar pengembangan model di masa depan memasukkan data empiris yang diperoleh dari eksperimen terkontrol. Dengan demikian, hal ini akan memungkinkan untuk menganalisis konstruksi seperti skor, motivasi, dan tingkat kelulusan, yang kemudian dapat digunakan untuk meningkatkan model yang diusulkan.

3.4. Implikasi terhadap Arsitektur *E-Learning*

Pemetaan model arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang ditemukan dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini memiliki keunggulan utama dalam memisahkan logika bisnis, antarmuka pengguna, dan pengelolaan data secara terstruktur. Dalam konteks evaluasi pembelajaran berbasis logfile, arsitektur MVC memberikan fleksibilitas dalam mengintegrasikan modul analitik tanpa mengganggu alur pembelajaran utama yang diakses oleh pengguna. Pemisahan tanggung jawab antar komponen memungkinkan pengelolaan data aktivitas belajar mahasiswa dilakukan secara sistematis serta mendukung pengembangan fitur evaluasi yang bersifat modular. Namun demikian, hasil kajian literatur menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih memanfaatkan arsitektur MVC sebatas untuk kebutuhan operasional sistem, dan belum secara eksplisit mengaitkan setiap komponen arsitektur dengan domain evaluasi pembelajaran. Oleh karena itu, arsitektur yang diusulkan dalam penelitian ini memberikan kontribusi dengan menghubungkan komponen MVC secara langsung dengan fungsi evaluasi pada domain kognitif, afektif, dan psikomotorik, sehingga mendukung evaluasi pembelajaran yang lebih terintegrasi dan berbasis data.

3.5. Dampak terhadap Ilmu Pendidikan dan Teknologi *E-Learning*

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat pendekatan evaluasi pembelajaran berbasis data dengan mengintegrasikan Taksonomi Bloom dan analisis logfile ke dalam kerangka arsitektur *e-learning*. Integrasi tersebut memperluas kajian *learning analytics* yang selama ini lebih banyak berfokus pada prediksi kinerja akademik, menuju pendekatan evaluasi pembelajaran yang lebih holistik dan multidimensional. Dengan mengaitkan aktivitas belajar mahasiswa yang terekam dalam logfile dengan domain kognitif, afektif, dan psikomotorik, penelitian ini memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan model evaluasi pembelajaran daring yang lebih komprehensif.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan acuan bagi pengembang sistem dan institusi pendidikan dalam merancang platform *e-learning* yang tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai alat evaluasi pembelajaran yang adaptif dan berbasis data. Pendekatan arsitektural yang diusulkan memungkinkan institusi untuk memanfaatkan data aktivitas belajar mahasiswa secara lebih optimal dalam mendukung pengambilan keputusan akademik. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi pendidikan yang lebih responsif terhadap karakteristik dan kebutuhan pembelajaran pemrograman di era digital.

4. KESIMPULAN

4.1. Simpulan

Penelitian ini menyajikan hasil Systematic Literature Review (SLR) terkait pengembangan arsitektur *e-learning* dan pemanfaatan logfile dalam evaluasi pembelajaran, khususnya pada konteks pembelajaran algoritma dan pemrograman. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih mengevaluasi hasil belajar secara parsial dan cenderung berfokus pada domain kognitif, sementara domain afektif dan psikomotorik belum terintegrasi secara optimal. Selain itu, temuan SLR menunjukkan bahwa logfile memiliki potensi signifikan sebagai sumber data objektif untuk merepresentasikan aktivitas dan keterlibatan belajar mahasiswa. Namun, pemanfaatan logfile dalam penelitian sebelumnya umumnya masih digunakan untuk tujuan deskriptif atau prediktif, dan belum diintegrasikan secara sistematis ke dalam kerangka evaluasi pembelajaran berbasis Taksonomi Bloom. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengusulkan model arsitektur *e-learning* berbasis Model-View-Controller (MVC) yang mengintegrasikan analisis logfile untuk mendukung evaluasi hasil belajar pada domain kognitif, afektif, dan psikomotorik. Kontribusi ilmiah utama penelitian ini terletak pada penyediaan kerangka konseptual arsitektur *e-learning* berbasis data yang menghubungkan teori evaluasi pembelajaran dengan desain sistem pembelajaran daring secara terstruktur.

4.2. Rekomendasi dan Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini bersifat konseptual dan belum melibatkan pengujian empiris menggunakan data nyata mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan arsitektur yang diusulkan dalam lingkungan pembelajaran nyata serta melakukan evaluasi empiris terhadap efektivitas model dalam mendukung evaluasi pembelajaran. Selain itu, pengembangan model dapat diperluas dengan mengintegrasikan algoritma machine learning lain serta mempertimbangkan faktor kontekstual mata kuliah untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi evaluasi pembelajaran berbasis logfile.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. F. Islamy, K. S. Komariah, E. Kurniani, F. M. Yusfiana, dan S. Marwah, "Meningkatkan Karakter Sopan Siswa dalam Pembelajaran Online pada Masa Pandemi Covid-19," *Bull. Sci. Educ.*, vol. 2, no. 1, hlm. 41, Mei 2022.
- [2] T. Aisyah dan Murniati, "Pembelajaran Online pada Masa dan Pasca Pandemi Covid-19," *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. Atlantis Press, 2022.
- [3] M. L. Bote-Lorenzo dan E. Gómez-Sánchez, "Memprediksi Penurunan Indikator Keterlibatan dalam MOOC," dalam *Prosiding Konferensi Internasional Ketujuh tentang Analisis Pembelajaran dan Pengetahuan*, 2017.
- [4] O. H. T. Lu, J. C. H. Huang, A. Y. Q. Huang, dan S. J. H. Yang, "Menerapkan analitik pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mahasiswa dalam kursus pemrograman kolaboratif yang didukung MOOC," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 25, no. 2, hlm. 220–234, Januari 2017.

- [5] T. M. Kuo, C.-C. Tsai, dan J.-C. Wang, "Menghubungkan efektivitas diri dalam pembelajaran berbasis web dan keterlibatan belajar dalam MOOCs: Peran ketahanan akademik online," *Internet High. Educ.*, vol. 51, hlm. 100819, Oktober 2021.
- [6] H. Jin-Shu, L. Peng-Hui, dan L. Gong-Ru, "Produksi pasangan quark bottom dalam tabrakan $\gamma\gamma$," *Acta Phys. Sin.*, vol. 58, no. 12, hlm. 8166, 2009.
- [7] R. Deng, P. Benckendorff, dan D. Gannaway, "Keterlibatan peserta didik dalam MOOCs: Pengembangan dan validasi skala," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 51, no. 1, hlm. 245–262, 2019.
- [8] G. Gill dan C. F. Holton, "Kursus Pemrograman Pengantar Berkecepatan Sendiri," *J. Inf. Technol. Educ. Res.*, vol. 5, hlm. 095–105, 2006.
- [9] O. Zedadra dkk., "KONSEP PSIKOSOSIAL MENURUT TEORI ERIK H. ERIKSON TERHADAP PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DALAM TINJAUAN PENDIDIKAN ISLAM SKRIPSI," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, hlm. 1–14, 2019.
- [10] N. Jovanovic, "Pedoman kurikulum untuk program studi sarjana teknik komputer," *Bizinfo Blace*, vol. 7, no. 2, hlm. 45–55, 2016.
- [11] A. M. Hasibuan, S. Saragih, dan Z. Amry, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Pendidikan Matematika Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Siswa," *Jurnal Elektronik Internasional Pendidikan Matematika*, vol. 14, no. 1, hlm. 243–252, 2018.
- [12] B. Liu, *Penambangan Data Web: Menjelajahi Hyperlink, Konten, dan Data Penggunaan*. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [13] F. Eliza dkk., "Laboratorium Virtual Efektif untuk Membangun Pemikiran Konstruktivis dalam Praktikum Pengukuran Listrik," *Jurnal Teknik Elektro dan Ilmu Komputer Indonesia*, vol. 34, no. 2, hlm. 814, 2024.
- [14] A. Ufie dkk., "dalam Penelitian Pendidikan Bahasa," *信阳师范学院*, vol. 1, no. 1, hlm. 32, 2014.
- [15] A. I. Mansyur, D. Chairunnisa, dan D. R. Hidayat, "IMPLEMENTASI TEORI SUPER PADA PROGRAM LAYANAN BIMBINGAN DAN KONSELING KARIR UNTUK MAHASISWA PERGURUAN TINGGI," *Psikologi Konseling*, vol. 15, no. 2, 2020.
- [16] M. Theobald, H. Bellhäuser, dan M. Imhof, "Mengidentifikasi perbedaan individu menggunakan analisis file log: Pembelajaran terdistribusi sebagai mediator antara kesadaran diri dan nilai ujian," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 65, hlm. 112–122, Juli 2018.
- [17] M. Landauer, M. Wurzenberger, F. Skopik, G. Settanni, dan P. Filzmoser, "Analisis log file dinamis: Pendekatan evolusi kluster tanpa pengawasan untuk deteksi anomali," *Comput. & Secur.*, vol. 79, hlm. 94–116, Nov. 2018.
- [18] R. Conijn, C. Snijders, A. Kleingeld, dan U. Matzat, "Memprediksi Kinerja Siswa dari Data LMS: Perbandingan 17 Kursus Blended Menggunakan Moodle LMS," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 10, no. 1, hlm. 17–29, 2017.
- [19] P. Mupa dan T. C. Isaac., "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengajaran dan Pembelajaran yang Tidak Efektif di Sekolah Dasar: Mengapa Sekolah-Sekolah Menurun?," *J. Educ. Pract.*, vol. 6, no. 19, hlm. 125–132, 2015.
- [20] E. Fincham, A. Whitelock-Wainwright, V. Kovanović, S. Joksimović, J.-P. van Staaldin, dan D. Gašević, "Menghitung Klik Saja Tidak Cukup: Validasi Model Teoritis Keterlibatan dalam Analisis Pembelajaran," dalam *Prosiding Konferensi Internasional ke-9 tentang Analisis Pembelajaran & Pengetahuan*, 2019.
- [21] D. J. Lemay, C. Baek, dan T. Doleck, "Perbandingan antara analisis pembelajaran dan penambangan data pendidikan: Pendekatan pemodelan topik," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 2, hlm. 100016, 2021.
- [22] A. Roth, S. Ogrin, dan B. Schmitz, "Penilaian pembelajaran yang diatur sendiri di pendidikan tinggi: tinjauan sistematis literatur tentang instrumen laporan diri," *Educ. Assessment, Eval. Account.*, vol. 28, no. 3, hlm. 225–250, 2015.
- [23] M. Bannert, I. Molenaar, R. Azevedo, S. Järvelä, dan D. Gašević, "Relevansi analisis pembelajaran untuk mengukur dan mendukung pembelajaran mahasiswa dalam teknologi pendidikan adaptif," dalam *Prosiding Konferensi Internasional Ketujuh tentang Analisis Pembelajaran dan Pengetahuan*, 2017.
- [24] N. Zuhair Tawfeeq, O. Ghanim Ghazal, dan W. Saeed Abed, "Menggunakan teknik penambangan data untuk mengekstrak sikap mahasiswa terhadap e-learning," *Jurnal Indonesia Teknik Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 28, no. 2, hlm. 1037, 2022.

-
- [25] H. Kishan Das Menon dan V. Janardhan, "Pendekatan pembelajaran mesin dalam pendidikan," *Mater. Today Proc.*, vol. 43, hlm. 3470–3480, 2021.
- [26] M. Zotova, T. Likhovozova, L. Shegai, dan E. Korobeynikova, "Penggunaan MOOC dalam Pendidikan Teknik Online," *Jurnal Internasional Pendidikan Teknik*, vol. 11, no. 3, hlm. 157, Mei 2021.
- [27] R. Cerezo, M. Sánchez-Santillán, M. P. Paule-Ruiz, dan J. C. Núñez, "Polanya Interaksi Mahasiswa dengan LMS dan Hubungannya dengan Prestasi: Studi Kasus di Pendidikan Tinggi," *Comput. & Educ.*, vol. 96, hlm. 42–54, Mei 2016.
- [28] N. Kadoic dan D. Oreski, "Analisis perilaku dan kesuksesan mahasiswa berdasarkan log di Moodle," *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. IEEE, 2018.
- [29] X. Zhu dan J. Liu, "Pendidikan Selama dan Setelah Covid-19: Tanggapan Segera dan Visi Jangka Panjang," *Postdigital Sci. Educ.*, vol. 2, no. 3, hlm. 695–699, April 2020.
- [30] K. Kusumaningtyas, E. D. Nugroho, dan A. Priadana, "Lingkungan Pengembangan Terpadu (IDE) Online dalam Mendukung Proses Pembelajaran Pemrograman Komputer selama Pandemi COVID-19: Analisis Perbandingan," *IJID (Jurnal Internasional Pengembangan Informatika)*, vol. 9, no. 2, hlm. 66–71, Desember 2020.
- [31] G. Hunter, D. Livingstone, P. Neve, dan G. Alsop, "Learn Programming++: Desain, Implementasi, dan Penyebaran Lingkungan Cerdas untuk Pengajaran dan Pembelajaran Pemrograman Komputer," dalam *Konferensi Internasional ke-9 tentang Lingkungan Cerdas 2013*, 2013.
- [32] I. Gil-Jaurena dan S. Kucina Softic, "Menyelaraskan hasil belajar dan metode penilaian: alat web untuk kursus e-learning," *J. Teknologi Pendidikan Tinggi*, vol. 13, no. 1, 2016.
- [33] J.-L. Hung, K. Rice, dan A. Saba, "Model Penambangan Data Pendidikan untuk Pengajaran dan Pembelajaran Online," *J. Educ. Technol. Dev. Exch.*, vol. 5, no. 2, Juni 2012.
- [34] S. Sukanti, "Penilaian Afektif dalam Pembelajaran Akuntansi," *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, vol. 9, no. 1, Juni 2011.
- [35] V. T. Phan, "Tujuan Pembelajaran Afektif dalam Kursus Online," dalam *Prosiding Konferensi Internasional ke-3 tentang Pendidikan dan Teknologi Multimedia - ICEMT 2019*, 2019.
- [36] J.-J. Chang, W.-S. Lin, dan H.-R. Chen, "Bagaimana tingkat perhatian dan gaya kognitif memengaruhi pembelajaran dalam lingkungan MOOC? Berdasarkan perspektif analisis gelombang otak," *Comput. Human Behav.*, vol. 100, hlm. 209–217, Nov. 2019.
- [37] M. Jia, D. Gong, J. Luo, J. Zhao, J. Zheng, dan K. Li, "Siapa yang dapat memperoleh manfaat lebih besar dari kursus online terbuka massal? Studi kohort prospektif," *Nurse Educ. Today*, vol. 76, hlm. 96–102, Mei 2019.
- [38] R. W. Patterson, "Apakah alat perilaku dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa online? Bukti eksperimental dari kursus online terbuka massal," *J. Econ. Behav. & Organ.*, vol. 153, hlm. 293–321, September 2018.
- [39] W. J. Torres dan M. E. Beier, "Perkembangan dewasa di lingkungan nyata: Faktor penentu pembelajaran mandiri dalam kursus online terbuka massal," *Jurnal Perbedaan Individu dalam Pembelajaran*, vol. 65, hlm. 207–217, Juli 2018.
- [40] Y. Xing, J. Huang, dan Y. Lai, "Penelitian dan Analisis Kerangka Kerja dan Perpustakaan Front-end dalam Pengembangan E-Bisnis," dalam *Prosiding Konferensi Internasional ke-11 tentang Komputer dan Teknik Otomasi 2019*, 2019.
- [41] S. S., "Studi tentang Model Proses Siklus Hidup Pengembangan Perangkat Lunak," *SSRN Electron. J.*, 2017.
- [42] B. Martin dan G. Wheeler, "Optimasi Operasi Pengolahan Limbah Cair dengan Kemitraan untuk Air Bersih," *Opflow*, vol. 42, no. 9, hlm. 6–7, September 2016.
- [43] J. Wong, M. Khalil, M. Baars, B. B. de Koning, dan F. Paas, "Menjelajahi urutan aktivitas belajar dalam kaitannya dengan pembelajaran mandiri dalam kursus online terbuka massal," *Comput. & Educ.*, vol. 140, hlm. 103595, 2019.
- [44] Borrás-Gené, Martínez-Núñez, dan Martín-Fernández, "Meningkatkan Keseruan Melalui Gamifikasi untuk Meningkatkan Keterlibatan dalam MOOC," *Informatics*, vol. 6, no. 3, hlm. 28, 2019.

-
- [45] E. Lumba dan A. Waworuntu, "Aplikasi Laporan Kinerja Dosen di Indonesia dengan Arsitektur Model View Controller (MVC)," dalam *Prosiding Konferensi Teknologi Informasi Asia Pasifik ke-2 Tahun 2020*, 2020.
- [46] A. Sunardi dan Suharjito, "Arsitektur MVC: Studi Perbandingan Antara Framework Laravel dan Framework Slim dalam Sistem Pemantauan Proyek Freelancer Berbasis Web," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 157, hlm. 134–141, 2019.
- [47] S. Salamanca, *Konferensi Bersama Internasional SOCO'13-CISIS'13-ICEUTE'13: Salamanca, Spanyol, 11–13 September 2013, Prosiding*, Herrero, A. Springer International Publishing, 2014.
- [48] D. Rotelli dan A. Monreale, "Pengolahan dan Pemahaman Data Log Moodle dan Dimensi Waktunya," *J. Learn. Anal.*, vol. 10, no. 2, hlm. 126–141, 2023.
- [49] L. Shi dan A. I. Cristea, "Penelitian Mendalam tentang Pola Keterlibatan dalam MOOCs," dalam *Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, 2018, hlm. 395–409.
- [50] R. Deng, R. Deng, P. Benckendorff, P. Benckendorff, D. Gannaway, dan D. Gannaway, "Tanggapan Penulis untuk 'Menghubungkan Faktor Peserta, Konteks Pengajaran, dan Pola Keterlibatan dengan Hasil Pembelajaran MOOC.'" Wiley, 2020.
- [51] F. Bouchet, H. Labarthe, K. Yacef, dan R. Bachelet, "Membandingkan Strategi Rekomendasi Sesama Peserta dalam MOOC," dalam *Publikasi Pendamping Konferensi ke-25 tentang Pemodelan Pengguna, Adaptasi, dan Personalisasi*, 2017.
- [52] Y. Sun, L. Ni, Y. Zhao, X. Shen, dan N. Wang, "Memahami keterlibatan mahasiswa dalam MOOC: Integrasi teori determinasi diri dan teori kualitas hubungan," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 50, no. 6, hlm. 3156–3174, Des. 2018.
- [53] W. Villegas-Ch, M. Román-Cañizares, dan X. Palacios-Pacheco, "Peningkatan Model Pendidikan Online dengan Integrasi Pembelajaran Mesin dan Analisis Data dalam LMS," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 15, hlm. 5371, Agustus 2020.
- [54] X. Wen, Y.-R. Lin, X. Liu, P. Brusilovsky, dan J. BarrÃ-a Pineda, "Faktorisasi Tensor Diskriminatif Iteratif untuk Perbandingan Perilaku dalam Kursus Online Massal Terbuka," dalam *Konferensi World Wide Web.*, 2019.
- [55] K. Thaker, P. Carvalho, dan K. Koedinger, "Analisis Faktor Pemahaman," *Prosiding Konferensi Internasional ke-9 tentang Analisis Pembelajaran dan Pengetahuan*. ACM, 2019.
- [56] F. C. Bonafini, C. Chae, E. Park, dan K. W. Jablow, "Seberapa Besar Pengaruh Keterlibatan Mahasiswa dengan Video dan Forum dalam MOOC terhadap Prestasi Mereka?," *Online Learn.*, vol. 21, no. 4, Desember 2017.
- [57] A. F. Wise, Y. Cui, dan W. Q. Jin, "Mengidentifikasi Jaringan Pembelajaran Sosial dalam Forum MOOC: Menganalisis Keputusan Definisi Jaringan Kritis," dalam *Prosiding Konferensi Internasional Ketujuh tentang Analisis Pembelajaran & Pengetahuan*, 2017.
- [58] A. Kaharuddin dan N. Hajeniati, "Identifikasi Respons Siswa Berdasarkan Taksonomi Solo dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Aktivitas Pembelajaran dan Hasil Pembelajaran," *Al-Jabar J. Pendidik. Mat.*, vol. 11, no. 2, hlm. 191–200, 2020.