

© Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
Karya ini berada di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional
Terjemahan dari 10.22146/jnteti.v13i4.10808

Eksplorasi Emosi dan Pengalaman Belajar Siswa dalam Platform *E-Learning*

Fitra Abdurrachman Bachtiar^{1,2}, Riza Setiawan Soetedjo³, Joseph Ananda Sugihdharma¹, Retno Indah Rokhmawati², Laili Muflikhah¹

¹Laboratorium Sistem Cerdas, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

²Laboratorium Teknologi Pembelajaran, Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

³Laboratorium *Natural Language Processing*, Divisi *Information Science*, Nara Institute of Science and Technology, Nara 630-0192, Jepang

[Diserahkan: 6 Februari 2024, Direvisi: 1 Juni 2024, Diterima: 9 Oktober 2024]

Penulis Korespondensi: Fitra Abdurrachman Bachtiar (email: fitra.bachtiar@ub.ac.id)

INTISARI — Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa emosi sangat penting dalam pembelajaran siswa. Namun, sebagian besar penelitian di lingkungan *e-learning* belum mempertimbangkan emosi sebagai bagian dari pembelajaran yang dapat menghasilkan pembelajaran yang sukses. Oleh karena itu, penelitian ini mengeksplorasi hubungan antara kondisi emosi siswa, urutan emosi, dan pengalaman belajar siswa. Pengumpulan data awal dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara pengalaman emosi dan pengalaman belajar siswa yang melibatkan 16 siswa. Para siswa diminta untuk mempelajari mata pelajaran pemrograman dalam lingkungan *e-learning*. *E-learning* tersebut dirancang untuk menyimpan pengalaman emosi siswa dan aktivitas siswa selama pembelajaran. Teknik penggalan pola berurutan digunakan untuk mengekstraksi data, analisis data eksplorasi dilakukan untuk memvisualisasikan lintasan emosi selama proses pembelajaran, dan analisis regresi digunakan untuk menjelaskan hubungan antara pengalaman belajar emosi siswa dengan pencapaian siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengalaman emosi dapat memengaruhi pengalaman belajar siswa. Pada emosi satu urutan, semua kondisi emosi memiliki kontribusi terhadap pengalaman belajar dengan nilai $p < 0,01$ kecuali netral dan jijik dengan nilai $p < 0,05$. Model emosi satu urutan menunjukkan $R\text{-squared} = 0,585$; $Adj. R\text{-squared} = 0,734$; $F\text{-statistic} = 6,920$; dan $Prob(F\text{-statistic}) = 0,00702$. Sementara itu, pada emosi dua urutan, tidak ada satu pun urutan emosi yang berkontribusi terhadap pengalaman belajar siswa. Terakhir, model emosi tiga urutan juga menunjukkan bahwa sebagian besar urutan emosi tidak memengaruhi pengalaman belajar siswa. Satu-satunya urutan emosi yang memengaruhi pengalaman belajar siswa adalah terkejut-netral-terkejut. Hasil ini menunjukkan bahwa emosi harus dipertimbangkan dalam desain pembelajaran karena dapat memengaruhi pengalaman siswa.

KATA KUNCI — Analisis Emosi, Lintasan Emosi, Urutan Emosi, Pengalaman Belajar, Model Regresi.

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar proses pembelajaran menekankan penyampaian informasi dan fakta. Informasi dan fakta ini digabungkan menjadi satu sebagai sebuah kumpulan yang disebut dengan pengetahuan [1]. Ada tiga domain yang perlu diperhatikan dan sangat berkaitan dengan pendidikan, yaitu domain kognitif, domain afektif, dan domain psikomotorik [2]. Domain kognitif mengukur kemampuan siswa dalam mempelajari dan menerapkan pengetahuan; domain afektif mengukur perilaku dan keinginan siswa untuk belajar; sedangkan domain psikomotorik lebih berfokus pada minat siswa untuk belajar melalui manipulasi objek dan aktivitas fisik [3], seperti tugas kelas dan tugas yang dikerjakan di rumah.

Belajar adalah proses alami untuk membuat kesalahan. Melakukan kesalahan dalam belajar akan mengakibatkan timbulnya emosi negatif. Kesalahan adalah bagian dari proses pembelajaran yang perlu terjadi untuk mencapai peningkatan pemahaman pada sebuah pengetahuan. Selama sesi pembelajaran, siswa mengalami emosi yang beragam dan menciptakan perubahan melalui perspektif dan pendekatan yang berbeda. Pada akhirnya, siswa akan mengalami emosi positif karena berhasil menyelesaikan masalah dengan berbagai pendekatan atau akan mengalami emosi negatif karena kesulitan dalam belajar, yang mengharuskan siswa untuk memikirkan pendekatan lain. Siklus membuat kesalahan, menerimanya, dan kemudian menyelesaikannya menciptakan proses pembelajaran yang konstan yang hasilnya tidak pasti dan akan tergantung pada keadaan mental siswa. Membuat

kesalahan dapat dianggap sebagai stimulan positif yang memicu ketidakseimbangan untuk refleksi diri [4]. Di sisi lain, kesalahan juga dapat dianggap sebagai sinyal bagi instruktur untuk mengambil tindakan pencegahan dengan menemukan akar penyebab kesalahan, sehingga siswa dapat menyerap materi sepenuhnya tanpa kesalahpahaman. Konsep serupa juga telah diusulkan, berupa model keadaan afektif selama pembelajaran yang kompleks [5]. Selama proses pembelajaran, model yang diusulkan mengasumsikan bahwa siswa berada pada salah satu dari dua kondisi yang memungkinkan untuk mencapai tugas atau tujuan, yaitu *engagement* (emosi positif) ketika siswa mengejar tujuan utama dari pembelajaran, atau *disengagement* (emosi negatif) yang juga dapat diartikan sebagai emosi “kebosanan” ketika seseorang menghentikan atau mengabaikan tugas atau tujuan yang ingin dicapai dari pembelajaran yang dilakukan. Emosi positif telah terbukti secara empiris dapat meningkatkan kinerja akademik siswa [6], [7]. Sementara itu, emosi negatif terbukti tidak memiliki hubungan dengan kinerja siswa [7].

Bidang pembelajaran sains, matematika, teknik, dan teknologi secara alamiah melibatkan kegagalan dan berhubungan dengan respons emosi [8]. Tantangan, kebingungan, dan kesulitan tidak dapat dihindari dan merupakan hal yang penting dalam proses pembelajaran [9]. Kegagalan dan kesalahan ini tidak ditampilkan di kelas karena pendidik menunjukkan versi materi yang sudah dirancang. Hal ini menyebabkan siswa percaya bahwa melakukan kesalahan sama dengan tidak menguasai materi tersebut. Namun,

kesalahan, kegagalan, dan kebingungan adalah respons normal dalam proses pembelajaran yang kompleks, yang dapat menjadi sinyal untuk belajar lebih baik [10]. Respons-respons ini seharusnya menjadi norma dalam pembelajaran, alih-alih dihindari atau disembunyikan. Dengan demikian, emosi merupakan faktor penting dalam proses pembelajaran.

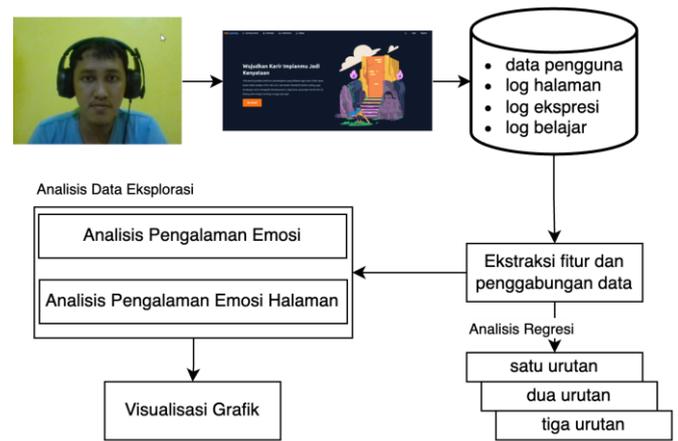
Dalam lingkungan pembelajaran konvensional, para pendidik sangat mahir dalam mengenali kondisi emosional siswa. Pendidik dengan mudah memahami isyarat afektif siswa selama pembelajaran dan memberikan respons yang sesuai dengan kondisi emosi siswa secara positif yang dapat berdampak pada proses pembelajaran. Peran pendidik berdampak pada proses belajar siswa melalui pembelajaran terbimbing. Pembelajaran terbimbing merupakan cara yang paling efisien untuk membantu siswa mendapatkan informasi dalam memori jangka panjang [11]. Di sisi lain, pembelajaran dengan bimbingan minimal hanya bekerja pada siswa yang memiliki kemampuan belajar yang tinggi karena siswa tersebut memiliki strategi yang tepat untuk mengintegrasikan informasi baru dengan sendirinya [11]. Selain itu, emosi juga penting bagi siswa untuk menavigasi dan memproses pengetahuan [12]. Oleh karena itu, penting bagi para pendidik untuk memahami isyarat emosi siswa selama pembelajaran untuk memberikan dampak positif pada proses pembelajaran [12]-[15]. Emosi positif yang muncul selama persiapan ujian memiliki korelasi yang kuat dengan motivasi siswa selama fase pembelajaran dan berdampak pada hasil pembelajaran [16].

Namun, dalam konteks *e-learning*, para guru mengalami kesulitan dalam memahami isyarat emosional siswa. Kebanyakan *e-learning* hanya digunakan sebagai media untuk berbagi materi pembelajaran dan tugas [17]. Dari segi teknologi, *e-learning* yang ada saat ini belum dilengkapi dengan modul cerdas yang dapat mengenali perkembangan siswa untuk menciptakan pembelajaran dengan personalisasi [18]. Dengan demikian, kondisi emosional siswa tidak terdeteksi dalam platform *e-learning*. Emosi negatif yang terus-menerus dan tidak terpantau selama proses pembelajaran dapat membuat siswa merasa tidak puas dengan materi pembelajaran [19]. Oleh karena itu, mengidentifikasi kondisi kognitif-emosional siswa sangat penting untuk mencapai keberhasilan dalam pembelajaran [20]-[22]. Perkembangan *e-learning* saat ini belum sepenuhnya mengeksplorasi kemampuan untuk mendeteksi kondisi emosional siswa selama pembelajaran [23].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan bukti empiris tentang peran pengalaman emosi selama pembelajaran, dengan tujuan untuk membuktikan bahwa emosi merupakan faktor penting bahkan dalam pembelajaran melalui platform *e-learning*. Kontribusi dari penelitian ini adalah (a) memvisualisasikan lintasan emosi siswa selama sesi pembelajaran; (b) menganalisis tiga jenis urutan emosi dengan menggunakan metode statistik; dan (c) menunjukkan hubungan antara emosi dan pengalaman belajar siswa. Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap. Pertama, emosi siswa selama sesi pembelajaran dicatat dalam lingkungan *e-learning*. Kedua, emosi yang dialami siswa selama proses pembelajaran dieksplorasi. Ketiga, dilakukan eksplorasi terhadap emosi dan lintasan emosi selama pembelajaran divisualisasikan, dan terakhir adalah memahami hubungan antara emosi dan pengalaman belajar siswa.

II. EKSPLORASI PENGALAMAN EMOSI

Bagian ini menjelaskan eksplorasi hubungan antara emosi dan pengalaman belajar. Gambar 1 menunjukkan gambaran



Gambar 1. Gambaran umum eksplorasi pengalaman emosi dalam platform *e-learning*.

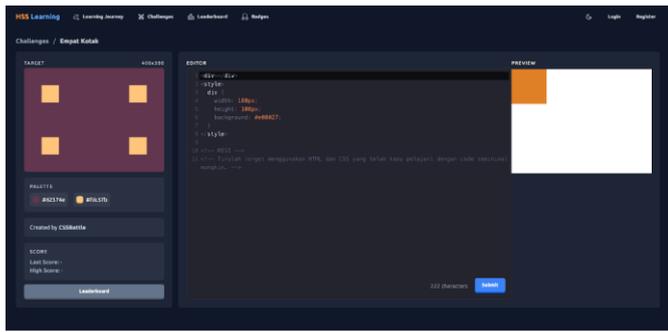
umum dari analisis ini. Penelitian dimulai dengan mendesain aktivitas pembelajaran, yaitu ketika pembelajaran instruksional singkat dilakukan. Selanjutnya, kegiatan pembelajaran dilakukan pada materi terkait pemrograman. Pengumpulan data dimulai selama kegiatan berlangsung. Ekstraksi fitur dan penggabungan data dilakukan setelah semua data diperoleh. Selanjutnya, *exploratory data analysis* (EDA) dilakukan, yang terdiri atas mengeksplorasi pengalaman emosi siswa secara keseluruhan dan pengalaman emosi yang spesifik pada halaman tertentu. Terakhir, analisis regresi digunakan untuk memahami hubungan antara emosi siswa dan pengalaman belajar.

A. PENGUMPULAN DATA

Data dikumpulkan dari pengalaman belajar siswa melalui platform *e-learning* yang dirancang khusus untuk mengajarkan HTML dan CSS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sesi pembelajaran berlangsung selama enam minggu. Dalam setiap sesi, siswa diminta untuk belajar selama sekitar 45 - 60 menit. Terdapat beberapa sumber belajar di dalam platform tersebut, termasuk materi pembelajaran, latihan, dan tantangan. Selain itu, platform ini juga dilengkapi dengan elemen gamifikasi, seperti lencana, papan peringkat, dan poin pengalaman. Platform pembelajaran dirancang untuk dapat mencatat pengalaman siswa selama sesi berlangsung. Platform ini menyimpan profil siswa, aktivitas siswa di platform pembelajaran, ekspresi wajah siswa selama pembelajaran, dan poin pembelajaran yang terdiri atas poin pengalaman dan poin tantangan. Ekspresi wajah direkam oleh platform *e-learning* melalui modul *deep learning*. Model *deep learning* yang diimplementasikan didasarkan pada penelitian sebelumnya [24]. Ekspresi wajah yang direkam adalah netral, senang, marah, sedih, takut, jijik, dan terkejut. Dalam setiap sesi, siswa diminta untuk menyelesaikan tugas tertentu seperti yang dirancang dalam proses pembelajaran.

B. PESERTA

Penelitian yang dilakukan saat ini merupakan studi eksplorasi awal. Oleh karena itu, metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Pemilihan partisipan ditentukan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman mendasar siswa dengan platform pembelajaran pemrograman *web* yang sudah mapan atau disebut sebagai pengguna ekstrem [25]. Dengan pendekatan ini, partisipan dapat membuat perbandingan langsung antara pengalaman masa lalu dengan platform yang digunakan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, hal ini memungkinkan para



Gambar 2. Contoh halaman dalam e-learning HTML dan CSS.

peneliti untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang berpotensi meningkatkan keterlibatan pengguna selama pembelajaran.

Partisipan dari penelitian ini adalah mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Penelitian melibatkan 19 partisipan. Rerata mahasiswa tersebut berada di semester 5 dan memiliki pengetahuan sebelumnya dalam hal pemrograman. Selama percobaan ini, usia siswa berkisar antara 20-21 tahun. Secara keseluruhan, ada 5 siswa perempuan dan 14 siswa laki-laki yang mengerjakan pengalaman belajar HTML CSS.

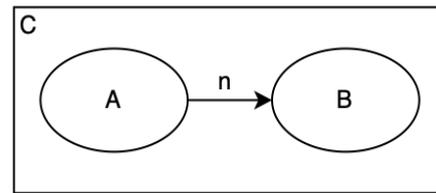
C. PEMROSESAN AWAL DATA

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi dari beberapa tabel dalam basis data. *ID* pengguna dan *timestamp* digunakan sebagai kunci untuk menggabungkan tabel data pengguna, log halaman, log ekspresi, dan log pembelajaran. Namun, ada tantangan dalam menggabungkan log halaman dan log ekspresi. Terdapat tunda waktu deteksi pada log ekspresi untuk merekam ekspresi wajah siswa karena modul ekspresi wajah membutuhkan waktu untuk mengidentifikasi area wajah pengguna. Akibatnya, *timestamp* log ekspresi wajah dimulai beberapa detik setelahnya. Dengan demikian, terdapat perbedaan *timestamp* antara log halaman dan ekspresi wajah. Untuk mengatasi masalah ini, *timestamp* log ekspresi digunakan sebagai referensi untuk menggabungkan dua tabel. Tabel yang digabungkan kemudian digunakan untuk analisis lebih lanjut. Setelah dilakukan analisis penggabungan data dan prapemrosesan data dengan cermat, hanya 16 data yang lengkap dan akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

D. EXPLORATORY DATA ANALYSIS (EDA)

Pada bagian ini, EDA dasar dilakukan untuk mengeksplorasi pengalaman belajar siswa. Selanjutnya, analisis emosi siswa dilakukan untuk memahami kondisi emosi siswa selama pembelajaran. Analisis ini menangkap semua emosi selama pembelajaran. Pengalaman belajar siswa dipengaruhi oleh bagian pembelajaran ketika siswa melihat atau mengerjakan tugas tertentu dalam platform pembelajaran. Oleh karena itu, analisis emosi pada halaman tertentu dieksplorasi untuk memahami pergeseran emosi selama pembelajaran di berbagai materi. Sebuah graf berarah sederhana diusulkan untuk memvisualisasikan lintasan emosi selama pembelajaran. Grafik visualisasi yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 3. *A* dan *B* merupakan emosi yang dialami siswa, tanda panah menunjukkan pergeseran dari emosi *A* ke emosi *B*, *n* menunjukkan frekuensi pergeseran emosi, dan *C* adalah halaman web di mana emosi ditampilkan.

Selanjutnya, analisis regresi dilakukan untuk memahami hubungan antara emosi dan pengalaman belajar. Variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah emosi



Gambar 3. Visualisasi lintasan emosi.

siswa. Tiga set urutan emosi dibuat untuk mengeksplorasi pengaruh urutan emosi terhadap pengalaman belajar. Pada langkah ini, analisis yang dilakukan berbeda dengan pengalaman emosi sebelumnya, yang tujuan utamanya adalah memvisualisasikan pengalaman belajar siswa selama pembelajaran. Selain itu, analisis sebelumnya menangkap semua emosi selama pembelajaran dan emosi yang berhubungan dengan halaman web yang diekspresikan oleh siswa. Sementara itu, analisis ini berfokus pada pemahaman hubungan antara emosi dan pengalaman belajar. Tiga set urutan emosi dihasilkan dari hasil pengalaman belajar siswa. Set pertama terdiri atas keadaan emosi tunggal; set kedua terdiri atas urutan dua keadaan emosi yang berurutan; dan set ketiga terdiri atas urutan tiga keadaan emosi yang berurutan. Jumlah kemunculan untuk setiap keadaan atau urutan dalam setiap set dihitung untuk semua siswa tanpa memandang kondisi. Karena urutan emosi dua dan tiga jarang terjadi, dipilihlah masing-masing delapan urutan frekuensi emosi dan tujuh urutan frekuensi emosi untuk dua urutan dan tiga urutan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

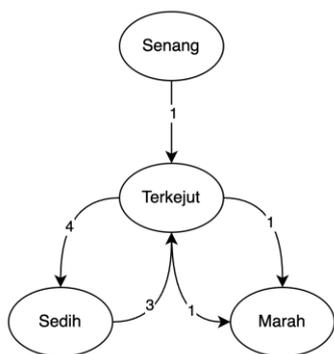
Hasil eksperimen dibagi menjadi dua pembahasan utama. Pembahasan pertama terkait dengan analisis data eksplorasi pada pengalaman emosi, sedangkan pembahasan kedua menjelaskan hubungan antara urutan emosi dengan pengalaman belajar siswa.

A. VISUALISASI LINTASAN EMOSI

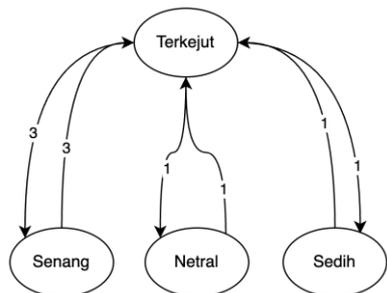
Visualisasi lintasan emosi diambil dari dua orang siswa, yaitu seorang siswa laki-laki dan seorang siswa perempuan. Dua visualisasi lintasan emosi terdiri atas emosi secara keseluruhan selama proses pembelajaran dan emosi terkait halaman. Visualisasi emosi secara keseluruhan dan visualisasi emosi terkait halaman diperlihatkan pada Gambar 4 sampai Gambar 7.

Gambar 4 menunjukkan visualisasi lintasan emosi secara keseluruhan selama sesi pembelajaran untuk siswa laki-laki. Secara keseluruhan, emosi yang dialami selama pembelajaran adalah senang, terkejut, sedih, dan marah. Mengenai pergeseran emosi, perubahan emosi yang sering terjadi adalah terkejut → sedih sebanyak empat kali dan sedih → terkejut sebanyak tiga kali. Sementara itu, perpindahan emosi lainnya tidak begitu terlihat dan hanya terjadi satu kali, yaitu senang → terkejut, terkejut → marah, dan marah → terkejut.

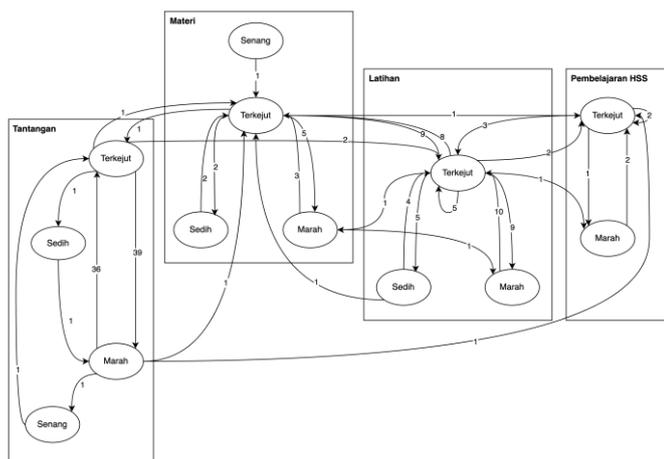
Gambar 5 menunjukkan visualisasi lintasan emosi secara keseluruhan selama sesi pembelajaran untuk siswa perempuan. Secara keseluruhan, emosi yang dialami selama pembelajaran adalah terkejut, senang, netral, dan sedih. Selama proses pembelajaran, siswa tersebut sering mengalami pergeseran emosi yaitu, terkejut → senang sebanyak tiga kali dan senang → terkejut sebanyak tiga kali. Sementara itu, perubahan emosi yang lain tidak terlalu terlihat jelas dan hanya terjadi satu kali. Pergeseran emosi tersebut adalah terkejut ↔ netral dan terkejut ↔ sedih.



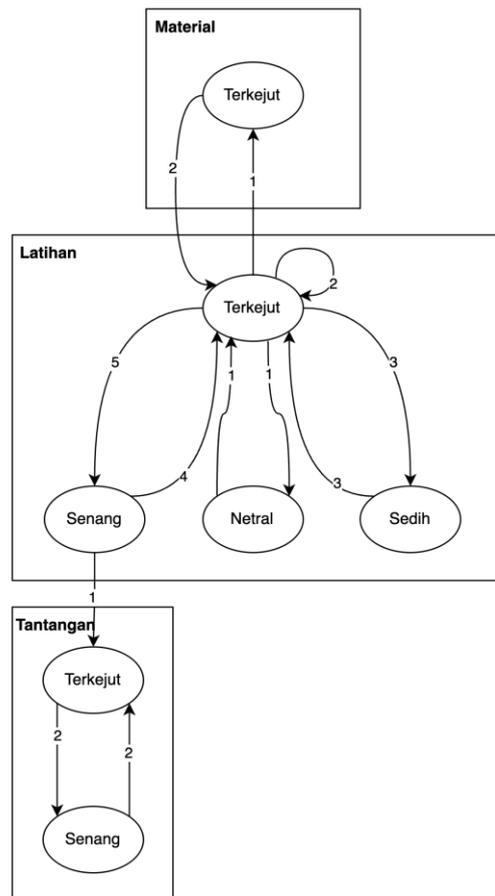
Gambar 4. Lintasan emosi keseluruhan Siswa A.



Gambar 5. Lintasan emosi keseluruhan siswa B.



Gambar 6. Lintasan emosi terkait halaman Siswa A.



Gambar 7. Lintasan emosi terkait halaman Siswa B.

Selanjutnya, visualisasi tersebut dieksplorasi ke emosi yang berhubungan dengan halaman. Sampel yang diambil adalah siswa yang sama pada visualisasi sebelumnya. Emosi yang berhubungan dengan halaman siswa laki-laki diilustrasikan pada Gambar 6. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, halaman Materi menimbulkan emosi senang, terkejut, sedih, dan marah. Halaman Tantangan menimbulkan emosi terkejut, sedih, marah, dan senang. Halaman Beranda menimbulkan emosi terkejut dan marah. Singkatnya, ada campuran emosi positif (terkejut) dan negatif (sedih dan marah) yang muncul di halaman-halaman tersebut. Emosi yang paling umum terjadi di seluruh halaman adalah pergeseran terkejut ↔ marah, yang merupakan pergeseran emosi dengan intensitas tertinggi di seluruh halaman.

Di sisi lain, siswa perempuan tidak mengeksplorasi *e-learning* secara aktif. Seperti yang terlihat pada Gambar 7, hanya tiga halaman dengan intensitas rendah yang dieksplorasi selama pembelajaran. Berdasarkan halaman-halaman tersebut, halaman Materi menstimulasi emosi terkejut, sedangkan

halaman Latihan menimbulkan emosi terkejut, senang, netral, dan sedih. Terakhir, halaman Tantangan menstimulasi emosi terkejut dan senang. Singkatnya, siswa mengalami campuran emosi positif (senang dan terkejut) serta emosi negatif (sedih) dengan memiliki lebih dari dua kali pergeseran pada halaman Latihan. Berdasarkan Gambar 7, pergeseran emosi yang paling sering terjadi di seluruh halaman pada halaman yang berhubungan dengan emosi terkejut dan senang.

B. STATISTIK URUTAN EMOSI

Bagian ini menjelaskan analisis statistik dari urutan emosi yang dialami oleh para siswa. Terdapat tiga jenis urutan emosi, yaitu urutan satu emosi, urutan dua emosi, dan urutan tiga emosi. Penjelasan dari masing-masing urutan adalah sebagai berikut.

Tabel I menunjukkan statistik pada emosi satu urutan. Informasi statistik tersebut meliputi rerata, simpangan baku, minimum, dan maksimum. Berdasarkan Tabel I, terlihat bahwa emosi yang paling sering muncul pada setiap siswa adalah terkejut, diikuti oleh marah dan senang. Emosi tersebut masing-masing muncul minimal sebanyak 4 kali, 0 kali, dan 0 kali. Hasil ini menunjukkan bahwa beberapa siswa tidak mengalami emosi tertentu selama pembelajaran. Selain itu, meskipun terkejut menjadi emosi yang paling sering muncul selama pembelajaran, terkejut juga memiliki simpangan baku yang tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa terkejut merupakan emosi yang paling sering muncul dengan distribusi yang tinggi, tetapi tidak di semua siswa. Fakta lainnya adalah hanya terkejut yang muncul pada setiap siswa dengan minimal empat kali kemunculan selama pembelajaran. Sementara itu, jijik memiliki kemunculan paling sedikit selama pembelajaran, yaitu hanya muncul dua kali.

TABEL I
STATISTIK EMOSI SATU URUTAN

Emosi	Rerata	Simp. Baku	Min	Maks
Marah	34,94	94,51	0,00	382,00
Jijik	0,38	0,72	0,00	2,00
Takut	2,06	3,60	0,00	12,00
Senang	26,38	55,60	0,00	231,00
Netral	6,81	10,69	0,00	41,00
Sedih	9,88	14,49	0,00	58,00
Terkejut	74,06	118,01	4,00	410,00

Tabel II menunjukkan statistik pada emosi dua urutan. Berdasarkan Tabel II, kombinasi marah-terkejut, terkejut-marah, terkejut-marah, terkejut-senang, dan senang-terkejut memiliki kemunculan yang tinggi pada setiap siswa. Hal ini menunjukkan bahwa siswa cenderung merasa terkejut sebelum dan sesudah mengalami marah atau senang selama pembelajaran atau sebaliknya. Semua emosi dua urutan tidak muncul pada siswa selama pembelajaran. Sama halnya dengan emosi satu urutan, pada emosi dua urutan emosi yang sering muncul cenderung memiliki simpangan baku yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa emosi dua urutan yang sering muncul jarang dialami oleh beberapa siswa selama pembelajaran. Sementara itu, terkejut-netral merupakan emosi yang paling sedikit muncul di antara dua emosi urutan selama pembelajaran.

Tabel III menunjukkan statistik tentang emosi tiga urutan. Tidak seperti emosi satu urutan dan emosi dua urutan, emosi tiga urutan paling sedikit muncul karena emosi tersebut kurang dialami oleh siswa selama pembelajaran. Berdasarkan Tabel III, kombinasi senang dan terkejut serta marah dan terkejut tetap memiliki frekuensi yang tinggi. Kombinasi marah dan terkejut memiliki kemunculan yang lebih tinggi secara keseluruhan. Informasi ini menunjukkan bahwa siswa cenderung merasakan marah dan terkejut secara berurutan. Hasil lainnya adalah siswa cenderung tidak mengalami perubahan emosi, terutama dari senang ke sedih setelah terkejut. Siswa lebih cenderung kembali ke emosi sebelumnya daripada berpindah ke emosi yang berbeda.

C. HUBUNGAN EMOSI DAN PENGALAMAN BELAJAR

Analisis regresi digunakan untuk memahami hubungan antara rangkaian emosi dan pengalaman belajar. Tiga set urutan emosi dibuat untuk memahami hubungan antara satu emosi dan serangkaian emosi dengan pengalaman belajar siswa. Setiap model regresi dijelaskan secara lebih rinci sebagai berikut.

Model pertama adalah model satu urutan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV. Dalam model ini, satu emosi digunakan sebagai variabel independen, sedangkan poin pengalaman belajar sebagai variabel dependen. Variabel independen yang digunakan adalah marah, jijik, takut, senang, netral, sedih, dan terkejut. Model tersebut menunjukkan bahwa takut dan terkejut memiliki dampak negatif terhadap cara siswa mendapatkan pengalaman belajar, dengan terkejut menjadi yang tertinggi. Takut dan terkejut tampaknya memiliki dampak negatif pada pembelajaran siswa karena sebagian besar materi pembelajaran merupakan sumber belajar yang baru bagi siswa. Platform pembelajaran saat ini memberikan aspek baru dan unik pada alur pembelajaran bagi siswa. Platform pembelajaran yang terkenal, seperti w3schools, menampilkan materi dalam kategorisasi komponen sintaksis [26]. Namun, kategorisasi komponen sintaksis menyulitkan siswa jika siswa tidak memiliki pengetahuan sebelumnya dalam teori terkait. Siswa cenderung bingung untuk memulai pembelajaran dan kesulitan

TABEL II
STATISTIK EMOSI DUA URUTAN

Emosi	Rerata	Simp. Baku	Min	Maks
Marah-terkejut	32,69	90,51	0,00	365,00
Senang-terkejut	23,81	51,55	0,00	214,00
Netral-terkejut	6,19	9,87	0,00	38,00
Sedih-terkejut	8,06	12,18	0,00	48,00
Terkejut-marah	32,94	90,23	0,00	364,00
Terkejut-senang	23,94	51,62	0,00	214,00
Terkejut-netral	5,94	9,38	0,00	37,00
Terkejut-sedih	8,25	11,20	0,00	43,00

TABEL III
STATISTIK EMOSI TIGA URUTAN

Emosi	Rerata	Simp. Baku	Min	Maks
Terkejut-sedih- Terkejut	6,88	9,49	0,00	35,00
Terkejut-senang-terkejut	21,88	48,56	0,00	201,00
Terkejut-netral-terkejut	5,50	9,11	0,00	36,00
Senang-terkejut-sedih	2,62	5,95	0,00	24,00
Senang-terkejut-senang	14,75	37,74	0,00	154,00
Terkejut-marah-terkejut	30,88	86,45	0,00	348,00
Marah-terkejut-marah	26,00	81,58	0,00	325,00

TABEL IV
MODEL EMOSI SATU URUTAN

Emosi	Coef.	Std. Err.	t	P > t
Const.	356,98	34,04	10,48	0,000
Marah	82,52	19,40	4,25	0,003**
Jijik	152,08	57,06	2,66	0,029*
Takut	-120,70	22,82	-5,28	0,001**
Senang	89,24	20,41	4,37	0,002**
Netral	39,62	15,44	2,56	0,033*
Sedih	89,54	21,92	4,08	0,004**
Terkejut	-84,36	20,02	-4,21	0,003**
** p < 0,01; * p < 0,05				

menghawal komponen-komponen HTML dan CSS. Masalah ini dapat diatasi dengan menyederhanakan konsep-konsep tersebut melalui penerapan *learning journey* yang mengelompokkan mata pelajaran menjadi tingkat dasar, menengah, dan lanjut. Hasilnya, konsep-konsep tersebut dapat dengan mudah dicerna oleh siswa.

Penelitian sebelumnya telah melakukan penyederhanaan dengan menggunakan tabel periodik HTML yang memudahkan siswa untuk memprioritaskan konsep yang perlu dipahami terlebih dahulu [27]. Partisipan menunjukkan ekspresi terkejut dalam arti positif karena terdapat fitur interaktif (eksplorasi kode dengan opsi tertutup), *playground* (eksplorasi kode bebas), latihan dengan petunjuk, dan tantangan. Fitur-fitur ini memberikan kebebasan kepada siswa untuk gagal, tetapi tetap mendapatkan umpan balik yang tepat untuk tahap selanjutnya. Sementara itu, takut dapat memengaruhi pembelajaran siswa karena adanya latihan pembelajaran yang harus dilakukan siswa dan latihan tersebut berupa eksplorasi, yaitu siswa harus mengintegrasikan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah. Sebaliknya, emosi lain menunjukkan hasil positif dalam membantu siswa, terutama senang, jijik, dan sedih. Emosi negatif ini mungkin dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa. Nilai $p < 0,01$ dari setiap emosi pada Tabel IV menunjukkan bahwa semua emosi memengaruhi poin pengalaman yang diperoleh siswa, kecuali netral dan jijik. Ringkasan model menunjukkan $R\text{-squared} = 0,585$; $Adj. R\text{-squared} = 0,734$; $F\text{-statistic} = 6,920$; $Prob (F\text{-statistic}) =$

0,00702. Model ini menunjukkan bahwa 73,4% varians dalam variabel dependen dijelaskan oleh variabel independen.

Model kedua adalah model dua urutan seperti yang ditunjukkan pada Tabel V. Pada model ini, dua urutan emosi digunakan sebagai variabel independen dan poin pengalaman belajar digunakan sebagai variabel dependen. Variabel independennya adalah terkejut-marah, terkejut-senang, terkejut-netral, terkejut-sedih, terkejut-marah, terkejut-senang, terkejut-netral, dan terkejut-sedih. Hasil model dua urutan ditunjukkan pada Tabel V. Urutan-urutan tersebut terdiri atas kombinasi antara terkejut dan empat emosi lainnya (marah, senang, netral, dan sedih). Hasilnya menunjukkan bahwa urutan yang diakhiri dengan terkejut memiliki dampak negatif terhadap poin pengalaman, sedangkan yang lainnya berdampak positif. Namun, dalam model ini tidak ada nilai $p < 0,05$, yang menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut mungkin tidak memengaruhi poin pengalaman belajar. Salah satu hipotesis yang mungkin adalah bahwa meskipun kombinasi emosi yang diakhiri dengan terkejut berdampak negatif, hal tersebut tidak memengaruhi pengalaman belajar siswa. Hal ini terjadi karena sebagian besar dari siswa memiliki pengetahuan sebelumnya dalam pemrograman. Namun, alur pembelajaran yang dialami mungkin memengaruhi pembelajaran secara negatif dalam arti positif. Ringkasan model menunjukkan $R\text{-squared} = 0,463$; $Adj. R\text{-squared} = -0,151$; $F\text{-statistic} = 0,7544$; $Prob (F\text{-statistic}) = 0,652$. Model pada emosi dua urutan tidak dapat memprediksi variabel hasil dengan baik, seperti yang ditunjukkan oleh nilai negatif dari $Adj. R\text{-squared}$, yaitu $-0,151$.

Model ketiga adalah model tiga urutan seperti yang ditunjukkan pada Tabel VI. Pada model ini, tiga urutan emosi digunakan sebagai variabel independen dan poin pengalaman belajar sebagai variabel dependen. Variabel independennya adalah terkejut-sedih-terkejut, terkejut-senang-terkejut, terkejut-netral-terkejut, senang-terkejut-sedih, senang-terkejut-senang, terkejut-marah-terkejut, dan marah-terkejut-marah. Hasil dari ketiga model urutan tersebut dapat dilihat pada Tabel VI. Model tersebut menunjukkan hasil yang berbeda dengan hasil model sebelumnya. Tidak semua urutan yang diakhiri dengan terkejut memiliki dampak negatif terhadap poin pengalaman. Hanya kombinasi antara marah-terkejut, senang-terkejut, dan netral-terkejut yang menunjukkan dampak positif terhadap hasil pembelajaran. Sama seperti hasil sebelumnya, tidak ada nilai $p \leq 0,05$. Kesimpulan dari model menunjukkan $R\text{-squared} = 0,611$; $Adj. R\text{-squared} = 0,271$; $F\text{-statistic} = 1,797$; $Prob (F\text{-statistic}) = 0,214$. Model dalam emosi tiga urutan dapat menjelaskan sebagian kecil dari model sebesar 27% varians dari variabel dependen oleh variabel independen.

Berdasarkan temuan penelitian pada Tabel IV sampai Tabel VI, model pada Tabel IV memiliki signifikansi yang paling besar jika dibandingkan dengan model lainnya. Pada model satu urutan, emosi terkejut dan takut mengindikasikan bahwa platform pembelajaran yang diimplementasikan pada penelitian ini memiliki nilai pada perjalanan pembelajaran, umpan balik, dan penyederhanaan konsep HTML dan CSS. Penyederhanaan gagasan ini sangat penting karena elemen-elemen materi HTML dan CSS bersifat kompleks dan membutuhkan konsep komputasi untuk memahaminya [28]. Sementara itu, model emosi dua urutan dan tiga urutan tidak memengaruhi pengalaman belajar siswa karena kombinasi urutan emosi menjadi makin sedikit seiring bertambahnya urutan. Berdasarkan nilai yang disebutkan sebelumnya, platform ini memiliki potensi untuk penelitian di masa depan

TABEL V
MODEL EMOSI DUA URUTAN

Emosi	Coef.	Std. Err.	t	P > t
Const.	219,59	75,38	2,91	0,02
Marah-terkejut	-36,64	50,95	-0,71	0,49
Senang-terkejut	-47,28	77,53	-0,61	0,56
Netral-terkejut	-41,52	115,20	-0,36	0,72
Sedih-terkejut	-89,87	76,91	-1,16	0,28
Terkejut-marah	36,80	51,23	0,71	0,49
Terkejut-senang	49,29	79,46	0,62	0,55
Terkejut-netral	48,22	115,68	0,41	0,68
** $p < 0,01$; * $p < 0,05$				

TABEL VI
MODEL EMOSI TIGA URUTAN

Emosi	Coef.	Std. Err.	t	P > t
Const.	323,22	77,06	4,19	0,003
Terkejut-sedih-terkejut	-2,22	11,56	-0,19	0,850
Terkejut-senang-terkejut	-38,29	47,50	-0,80	0,440
Terkejut-netral-terkejut	118,53	43,23	2,74	0,025*
Senang-terkejut-sedih	-53,30	62,27	-0,85	0,410
Senang-terkejut-senang	33,14	52,67	0,62	0,540
Terkejut-marah-terkejut	-36,23	42,26	-0,85	0,410
Marah-terkejut-marah	36,77	43,54	0,84	0,420
** $p < 0,01$; * $p < 0,05$				

tentang keterlibatan siswa serta elemen yang dapat menimbulkan respons emosional dari peserta saat menciptakan pengalaman belajar. Pengalaman emosi dapat ditambahkan untuk analisis lebih lanjut dan dipertimbangkan dalam merancang pembelajaran dengan personalisasi dan disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan eksplorasi awal pengalaman emosi selama pembelajaran. Memahami emosi siswa akan membantu menghasilkan pembelajaran yang lebih baik dan lebih efisien dengan cara menyesuainya dengan kebutuhan siswa. Siswa mengalami emosi yang berbeda selama pembelajaran, yang ditunjukkan dalam visualisasi lintasan emosi. Terkejut adalah emosi yang paling banyak dialami oleh siswa. Berdasarkan visualisasi tersebut, beberapa halaman dapat menstimulasi emosi negatif siswa selama pembelajaran. Selanjutnya, tiga model regresi dibuat untuk memahami hubungan antara emosi siswa dan pengalaman belajar. Dalam hal model regresi emosi, penggunaan satu urutan emosi menunjukkan adanya kemampuan model untuk menjelaskan hubungan antara emosi dan pengalaman belajar. Sementara itu, emosi dua urutan dan tiga urutan menunjukkan tidak adanya hubungan terhadap pengalaman belajar. Dalam studi empiris ini, emosi terbukti memengaruhi pembelajaran siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa emosi harus dipertimbangkan dalam desain pembelajaran karena dapat memengaruhi pengalaman siswa.

Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan untuk menggunakan lebih banyak data karena percobaan ini hanya menggunakan data 16 siswa akibat data yang tidak lengkap dari total 19 peserta. Pengalaman belajar saat ini masih perlu ditingkatkan dalam menghasilkan rangkuman pengalaman belajar sebagian besar siswa karena siswa dapat mengakses platform pembelajaran secara berbeda. Penelitian lebih lanjut dapat mengelompokkan siswa dengan pengalaman belajar

emosi yang serupa. Penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi sifat-sifat siswa lainnya dalam belajar, seperti domain kognitif, domain psikomotorik, atau fitur-fitur lain dalam belajar.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian dan penyusunan makalah ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Perolehan pendanaan, Fitra Abdurrachman Bachtiar; konseptualisasi, Fitra Abdurrachman Bachtiar; pengumpulan data, Fitra Abdurrachman Bachtiar; metodologi, Fitra Abdurrachman Bachtiar; ekstraksi data, Fitra Abdurrachman Bachtiar dan Riza Setiawan Soetedjo; visualisasi, Riza Setiawan Soetedjo, perangkat lunak, Fitra Abdurrachman Bachtiar; analisis dan interpretasi hasil, Fitra Abdurrachman Bachtiar, Joseph Ananda Sugihdharna, Retno Indah Rokhmawati, dan Lailil Muflikhah; penulisan draf makalah, Fitra Abdurrachman Bachtiar, Riza Setiawan Soetedjo, Joseph Ananda Sugihdharna, Retno Indah Rokhmawati, dan Lailil Muflikhah; pengecekan makalah final, Fitra Abdurrachman Bachtiar, Riza Setiawan Soetedjo, Joseph Ananda Sugihdharna, Retno Indah Rokhmawati, dan Lailil Muflikhah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya dengan skema Hibah Doktor Non-Lektor Kepala dengan nomor kontrak: 2123/UN10.F15/PN/2023.

REFERENSI

- [1] E. Calcagni dan L. Lago, "The three domains for dialogue: A framework for analysing dialogic approaches to teaching and learning," *Learn. Cult. Soc. Interact.*, vol. 18, hal. 1–12, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.lcsi.2018.03.001.
- [2] A. Chanaa dan N. El Faddouli, "An analysis of learners' affective and cognitive traits in context-aware recommender systems (CARS) using feature interactions and factorization machines (FMs)," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 8, hal. 4796–4809, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2021.06.008.
- [3] K.R. Salim, M. Puteh, dan S.M. Daud, "Assessing students' practical skills in basic electronic laboratory based on psychomotor domain model," dalam *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 2012, hal. 546–555, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.687.
- [4] W.S. Lee, "An experimental investigation into the application of a learning-from-mistakes approach among freshmen students," *Sage Open*, vol. 10, no. 2, hal. 1–10, Apr. 2020, doi: 10.1177/2158244020931938.
- [5] S. D'Mello dan A. Graesser, "Dynamics of affective states during complex learning," *Learn. Instr.*, vol. 22, no. 2, hal. 145–157, Apr. 2012, doi: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001.
- [6] M. Carmona-Halty, M. Salanova, S. Llorens, dan W.B. Schaufeli, "Linking positive emotions and academic performance: The mediated role of academic psychological capital and academic engagement," *Curr. Psychol.*, vol. 40, no. 6, hal. 2938–2947, Jun. 2021, doi: 10.1007/s12144-019-00227-8.
- [7] J. Camacho-Morles dkk., "Activity achievement emotions and academic performance: A meta-analysis," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 33, no. 3, hal. 1051–1095, Sep. 2021, doi: 10.1007/s10648-020-09585-3.
- [8] B. Kort, R. Reilly, dan R.W. Picard, "An affective model of interplay between emotions and learning: Reengineering educational pedagogy-building a learning companion," dalam *Proc. IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol.*, 2001, hal. 43–46, doi: 10.1109/icalt.2001.943850.
- [9] J.M. Lodge dkk., "Understanding difficulties and resulting confusion in learning: An integrative review," *Front. Educ.*, vol. 3, hal. 1–10, Jun. 2018, doi: 10.3389/educ.2018.00049.
- [10] S. D'Mello, B. Lehman, R. Pekrun, dan A. Graesser, "Confusion can be beneficial for learning," *Learn. Instr.*, vol. 29, hal. 153–170, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.05.003.
- [11] A.Y. Kolb, D.A. Kolb, A. Passarelli, dan G. Sharma, "On becoming an experiential educator: The educator role profile," *Simul. Gaming*, vol. 45, no. 2, hal. 204–234, Apr. 2014, doi: 10.1177/1046878114534383.
- [12] J.C. Richards, "Exploring emotions in language teaching," *REL C J.*, vol. 53, no. 1, hal. 225–239, Apr. 2022, doi: 10.1177/0033688220927531.
- [13] A. Gupta, A. D'Cunha, K. Awasthi, dan V. Balasubramanian, "DAiSEE: Towards user engagement recognition in the wild," 2022, *arXiv:1609.01885*.
- [14] S. Lane, J.G. Hoang, J.P. Leighton, dan A. Rissanen, "Engagement and satisfaction: Mixed-method analysis of blended learning in the sciences," *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.*, vol. 21, no. 1, hal. 100–122, Mar. 2021, doi: 10.1007/s42330-021-00139-5.
- [15] J. Hilliard, K. Kear, H. Donelan, dan C. Heaney, "Students' experiences of anxiety in an assessed, online, collaborative project," *Comput. Educ.*, vol. 143, hal. 1–15, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103675.
- [16] M. Stephan, S. Markus, dan M. Gläser-Zikuda, "Students' achievement emotions and online learning in teacher education," *Front. Educ.*, vol. 4, hal. 1–12, Okt. 2019, doi: 10.3389/educ.2019.00109.
- [17] S.B. Gupta dan M. Gupta, "Technology and e-learning in higher education," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 4, hal. 1320–1325, Feb. 2020.
- [18] F. Gjermeni dan B. Percinkova, "Combining intelligent algorithms and e-learning styles to create an improved intelligent system in evaluating an e-learning student's profile," *Anglisticum: Int. J. Lit. Linguist. Interdiscip. Stud.*, vol. 7, no. 2, hal. 11–21, Feb. 2018, doi: 10.5281/zenodo.1186399.
- [19] R. Wu dan Z. Yu, "Exploring the effects of achievement emotions on online learning outcomes: A systematic review," *Front. Psychol.*, vol. 13, hal. 1–15, Sep. 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.977931.
- [20] J.L. Plass dan S. Kalyuga, "Four ways of considering emotion in cognitive load theory," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 31, no. 2, hal. 339–359, Jun. 2019, doi: 10.1007/s10648-019-09473-5.
- [21] M. Jiang dan K. Koo, "Emotional presence in building an online learning community among non-traditional graduate students," *Online Learn. J.*, vol. 24, no. 4, hal. 93–111, Des. 2020, doi: 10.24059/olj.v24i4.2307.
- [22] J. Hill, R.L. Healey, H. West, dan C. Déry, "Pedagogic partnership in higher education: Encountering emotion in learning and enhancing student wellbeing," *J. Geogr. High. Educ.*, vol. 45, no. 2, hal. 167–185, Mei 2021, doi: 10.1080/03098265.2019.1661366.
- [23] O. Tapalova dan N. Zhiyenbayeva, "Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways," *Electron. J. e-Learn.*, vol. 20, no. 5, hal. 639–653, Des. 2022, doi: 10.34190/ejel.20.5.2597.
- [24] K. Zhang dkk., "Detecting faces using inside cascaded contextual CNN," dalam *2017 IEEE Int. Conf. Comput. Vis. (ICCV)*, 2017, hal. 3190–3198, doi: 10.1109/ICCV.2017.344.
- [25] B.A. Heiman dan M. Beringer, "Mobile device-based offers: Determinants of consumer response in sophisticated (extreme) users," *Int. J. Comput. Appl.*, hal. 129–140, 2010.
- [26] A.P.M.D. Rosa, L.M.M. Villanueva, J.M.R.S. Miguel, dan J.E.B. Quinto, "Web-based database courses e-learning application," *Int. J. Comput. Sci. Res.*, vol. 7, hal. 1531–1543, Jan. 2023, doi: 10.25147/ijcsr.2017.001.1.115.
- [27] B. Frost, "Atomic design methodology." Tanggal akses: 31 Mei 2024. [Online]. Tersedia: <http://atomicdesign.bradfrost.com>
- [28] T.H. Park, B. Dorn, dan A. Forte, "An analysis of HTML and CSS syntax errors in a web development course," *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 15, no. 1, hal. 1–21, Mar. 2015, doi: 10.1145/2700514.