Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi
Volume 26, Issue 01, Februari 2026, 25-31
Webite: https://ji.unbari.ac.id, E-Mail: jiubj.unbari@gmail.com
e-ISSN: 2549-4236 (Online), p-ISSN: 1411-8939 (Print), DOI: 10.33087/jiubj.v26i1.6386

Pengembangan Platform Pembelajaran Daring "KakTutor" Berbasis Kecerdasan Buatan dalam Menganalisis Emosi Siswa

[1]Edmund Tyan Tanjaya, [1]Ferdiansyah Sarkozy, [1]Immanuel Christian Haryanto, [1]Joseph Mitchel Lienandi, [1]Vin Cen, [2]Rahmi Yulia Ningsih, [3]Chairani Putri Pratiwi
[1]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara
[2]Digital Language Learning Center, Universitas Bina Nusantara
[3]Binus Entrepreneurship Center, Universitas Bina Nusantara
Correspondence: edmund.tanjaya@binus.ac.id, ferdiansyah.sarkozy@binus.ac.id, immanuel.haryanto@binus.ac.id, joseph.lienandi001@binus.ac.id, vin.cen@binus.ac.id, rahmi.ningsih@binus.edu, chairani.putri@binus.edu

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pembelajaran daring berbasis kecerdasan buatan yang mampu mendeteksi dan menganalisis ekspresi wajah siswa secara real-time guna membantu pengajar memahami emosi serta tingkat pemahaman siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan model Prototipe, yang terdiri dari tahap perencanaan, pembuatan prototipe, evaluasi pengguna, penyempurnaan, dan finalisasi sistem. Sistem dikembangkan menggunakan *Face API* dan *Google Gemini API* dengan pendekatan *Facial Action Coding System (FACS)* untuk mendeteksi ekspresi wajah. Hasil uji pakar menunjukkan tingkat akurasi dan efektivitas sistem yang tinggi dengan rata-rata skor 4,18 (kategori sangat baik). Sistem ini dinilai mampu membantu pengajar mengenali emosi siswa serta menyesuaikan strategi pengajaran secara adaptif. Dengan demikian, penerapan kecerdasan buatan dalam pembelajaran daring berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif, empatik, dan efektif.

Kata Kunci: kecerdasan buatan, pembelajaran daring, ekspresi wajah, sistem *real-time,* platform belajar.

ABSTRACT
This study aims to develop an AI-based online learning system capable of detecting and analyzing students' facial expressions in real time to help instructors better understand their emotions and levels of understanding. The research method employed is Research and Development (R&D) using a Prototype model, consisting of the stages of planning, prototype creation, user evaluation, refinement, and system finalization. The system was developed using the Face API and Google Gemini API with the Facial Action Coding System (FACS) approach to detect facial expressions. Expert testing results show a high level of system accuracy and effectiveness, with an average score of 4.44 (classified as very good). The system is considered effective in assisting instructors in recognizing students' emotions and adapting teaching strategies accordingly. Therefore, the application of artificial intelligence in online learning has the potential to create a more interactive, empathetic, and effective learning environment.

Keywords: *artificial intelligence, online learning, facial expression, real-time system, learning platform.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah membawa transformasi signifikan dalam berbagai bidang. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu meniru kemampuan berpikir dan perilaku manusia, seperti pengenalan pola, pembelajaran, penalaran, dan pengambilan keputusan (Russell & Norvig, 2021). Perkembangan teknologi juga turut mendukung dalam bidang pendidikan dengan menciptakan proses belajar mengajar yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa dalam bentuk pembelajaran daring.

Pembelajaran daring dapat didefinisikan sebagai proses belajar mengajar yang dilakukan dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai sarana komunikasi dan penyampaian materi (Moor et al., 2011). Walaupun teknologi membawa banyak manfaat dalam bidang pendidikan, tetap ada salah satu kelemahan utama dalam proses pembelajarannya yaitu sulitnya pengajar dalam mengamati ekspresi dan reaksi siswa, sehingga mengurangi akurasi analisa pengajar terkait tingkat pemahaman siswa. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa lebih dari 60% studi observasi pembelajaran disimpulkan guru tidak dapat memahami tanda-tanda pemahaman siswa (König et al., 2022).

Pembelajaran daring di Indonesia masih menghadapi kendala dalam memantau pemahaman mahasiswa akibat hilangnya komunikasi non-verbal, terutama ekspresi wajah yang mencerminkan kondisi emosional dan tingkat keterlibatan belajar. Ketidakmampuan pendidik mengenali ekspresi emosional mahasiswa berpotensi menurunkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman materi. Penelitian Camacho-Morles et al. (2021) menunjukkan bahwa emosi memiliki hubungan signifikan dengan performa akademik, di mana *enjoyment* berhubungan positif, sedangkan *anger* dan *boredom* berhubungan negatif berdasarkan data dari 71.431 siswa. Temuan ini

menegaskan bahwa aspek afektif berperan penting dalam mendukung proses kognitif selama kegiatan belajar.

Dalam konteks Indonesia, tantangan ini semakin signifikan karena transisi cepat ke pembelajaran digital tidak diimbangi dengan sistem yang mampu menggantikan observasi non-verbal tatap muka. Oleh sebab itu, pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi dan menganalisis ekspresi wajah secara real-time menjadi sangat penting untuk membantu pengajar memahami kondisi emosional dan tingkat pemahaman mahasiswa, sehingga kualitas pembelajaran daring dapat meningkat dan lebih adaptif terhadap kebutuhan siswa di era digital (Kleinginna & Kleinginna, 1981);(Izard, 2009).

Penelitian Hou et al. (2022) terkait pengembangan sistem evaluasi pembelajaran daring berbasis deep learning dengan menggunakan algoritma MTCNN untuk deteksi wajah dan VGG16-ECA. Sistem tersebut dirancang untuk menganalisis ekspresi siswa secara *real-time* saat pembelajaran, sehingga dapat memberikan informasi mengenai tingkat konsentrasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran daring berlangsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu membantu guru dalam menilai kualitas pengajaran serta interaksi kelas secara lebih objektif. Namun, penelitian tersebut masih terbatas dalam evaluasi pengajaran secara umum, belum ada pengkajian terkait pengaruh ekspresi dengan tingkat pemahaman siswa.

Penelitian yang dilakukan sekarang ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem berbasis kecerdasan buatan yang dapat mendeteksi dan menganalisis ekspresi wajah mahasiswa secara real-time selama proses pembelajaran daring berlangsung guna mengevaluasi tingkat pemahaman mereka terhadap materi yang sedang diajarkan. Penelitian maupun implementasi mengenai pemanfaatan kecerdasan buatan pendeteksi ekspresi wajah masih minim dilakukan terkhususnya dalam bidang pendidikan terutama di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan eksperimen kuantitatif. Model *Research and Development* dipilih karena penelitian ini akan berfokus pada pengembangan sistem kecerdasan buatan, serta mengevaluasi kinerja sistem tersebut pada mahasiswa, selama pembelajaran daring. Pendekatan eksperimen kuantitatif digunakan untuk menguji apakah sistem dapat mengenali emosi dari mahasiswa dengan tepat, memahami tingkat pemahaman mahasiswa, serta dapat memberikan solusi dari data emosi mahasiswa selama pembelajaran daring.

Subjek yang akan digunakan sebagai target penelitian adalah mahasiswa Program Pendidikan Bisnis dan Perbankan dan Program Pendidikan Teknik Informatika yang sedang mengenyam pendidikan tinggi di BCA Learning Institute. Penelitian akan dilaksanakan di kelas pembelajaran daring menggunakan platform seperti, zoom, meet, dsb, dimana sistem kecerdasan buatan yang akan digunakan dalam mengenali ekspresi wajah dari mahasiswa selama pembelajaran.

Sistem operasi kecerdasan buatan yang dikembangkan akan mengadopsi teknologi seperti Face API, Google Gemini API, dsb, untuk mengenali ekspresi wajah dari mahasiswa secara *real-time* selama pembelajaran berlangsung. Rekaman pembelajaran daring juga akan digunakan untuk mengevaluasi apakah kecerdasan buatan yang dikembangkan sesudah bekerja dengan baik dan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

Prosedur pengembangan sistem mengikuti Model Prototype, yang melibatkan 5 (lima) tahapan utama sebagai berikut:

1. Perencanaan (*Planning*), tahap ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan dasar sistem yang akan dikembangkan. Kegiatan meliputi analisis kebutuhan pengguna, penetapan tujuan sistem, serta perancangan alur kerja mulai dari pengambilan citra wajah, analisis ekspresi, hingga penyajian hasil dalam bentuk dashboard. Pada tahap ini juga ditentukan konsep integrasi sistem kecerdasan buatan dengan platform pembelajaran daring KakTutor sebagai media implementasi utama.
2. Pembuatan Prototipe (*Prototype Construction*), tahap ini mencakup pembangunan prototipe awal sistem yang telah dirancang. Prototipe meliputi antarmuka pengguna dasar serta fungsionalitas utama seperti deteksi wajah dan klasifikasi emosi. Sistem diintegrasikan langsung dengan platform KakTutor, memungkinkan kamera perangkat pengguna merekam ekspresi wajah secara real-time selama pembelajaran berlangsung. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk dashboard interaktif yang menampilkan data emosi mahasiswa selama sesi pembelajaran.
3. Evaluasi Pengguna (*User Evaluation*), setelah prototipe selesai dibangun, sistem diuji dalam konteks pembelajaran daring aktual untuk memperoleh umpan balik dari pengguna. Evaluasi berfokus pada keakuratan pendeteksian ekspresi wajah dan kejelasan penyajian data pada dashboard. Hasil evaluasi akan menjadi dasar untuk perbaikan sistem pada tahap berikutnya. Evaluasi dilakukan pada pakar ahli IT yang kami kumpulkan.Pengambilan data dilakukan dengan metode wawancara langsung, yang dimana akan dimulai dengan memperkenalkan website KakTutor, dan mendemonstrasikannya. Selama wawancara juga subjek dapat dapat mencoba secara langsung website KakTutor dan memberikan tanggapan terkait pengalaman penggunaannya. Setelah sesi uji coba, peneliti memberikan beberapa pertanyaan panduan untuk menggali pendapat, kritik, dan saran dari subjek terkait fungsi sistem, keakuratan

deteksi emosi, kemudahan penggunaan, serta tampilan antarmuka. Masukan yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam proses penyempurnaan sistem pada tahap *Refinement and Iteration*.

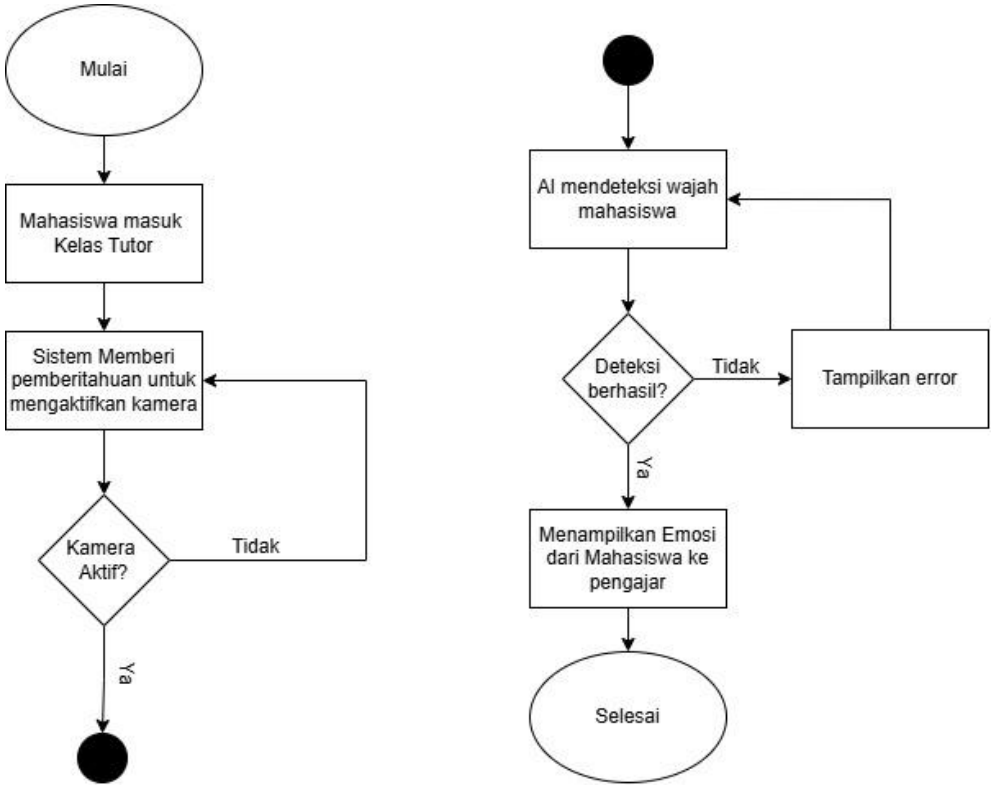
4. Rafinasi dan Iterasi (*Refinement and Iteration*) atau Tahap Penyempurnaan. Berdasarkan hasil evaluasi yang didapatkan, penyempurnaan terhadap sistem akan dilakukan secara bertahap melalui beberapa siklus pengembangan. Tahapan ini meliputi peningkatan akurasi model kecerdasan buatan, optimalisasi kecepatan pemrosesan real-time, serta penyempurnaan antarmuka dashboard agar lebih informatif dan mudah digunakan. Proses iteratif dilakukan hingga sistem mencapai performa yang stabil dan memenuhi kebutuhan pengguna.
5. Penyelesaian Sistem (*Finalization*). Tahap akhir mencakup pembangunan versi final sistem dan penerapannya secara penuh pada platform KakTutor. Pada tahap ini dilakukan pengujian komprehensif untuk menilai akurasi deteksi ekspresi, efektivitas integrasi sistem dalam proses pembelajaran daring, serta pengaruhnya terhadap peningkatan pemahaman mahasiswa. Hasil pengujian digunakan untuk menilai keberhasilan sistem kecerdasan buatan dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan responsif terhadap kondisi emosional peserta didik.

Tabel 1
Kombinasi Ekspresi EMFACS

Emosi	Gerakan Bonus	Unit Aksi (AU)
Senang	Senyum	AU6 (pipi terangkat) + AU12U (sudut bibir terangkat ke atas)
Sedih	Alis Berkerut Bibir Masuk Mata Melebar	AU1 (bagian dalam alis terangkat) + AU4 (alis diturunkan/berkerut) + AU15 (sudut bibir menurun)
Terkejut	Bagian Dalam Alis Terangkat Rahang Turun Mata Melebar	AU1 (bagian dalam alis terangkat) + AU2 (bagian luar alis terangkat) + AU5D (kelopak mata terbuka ke bawah) + AU26 (rahang turun)
Takut	Bagian Dalam Alis Terangkat Alis Terangkat Mata Melebar Bibir Tertarik	AU1 (bagian dalam alis terangkat) + AU2 (bagian luar alis terangkat) + AU4 (alis diturunkan/berkerut) + AU5 (kelopak mata terbuka) + AU7 (kelopak mata menegang) + AU20 (bibir tertarik lebar ke samping) + AU26 (rahang turun)
Marah	Alis Berkerut Mata Melebar Dagu Terangkat	AU4 (alis diturunkan/berkerut) + AU5 (kelopak mata terbuka) + AU7 (kelopak mata menegang) + AU23 (bibir mengencang)
Benci	Bagian Dalam Alis Terangkat Alis Berkerut Sudut Bibir Menurun	AU9 (hidung berkerut) + AU15 (sudut bibir menurun) + AU16 (bibir bawah mendorong ke atas)
Meremehkan	Alis Berkerut Senyum Miring	AU12U (sudut bibir terangkat ke atas satu sisi) + AU14U (lesung pipi/penarik sudut bibir ke samping atas)

Sumber: Yao et al (2021)

Frontend (Web Aplikasi); React + TypeScript; HTML; CSS; Tailwind CSS; Bootstrap (opsional); Vite; .env.local; package.json; tsconfig.json; Folder: /pages/*.tsx; Folder: /components/*.tsx
Client-Side (Edge AI): face-api.js; TensorFlow.js; TinyFaceDetector (CNN, SSD-based)
Cloud-Side (AI / Server); Google Gemini API; gemini-2.5-flash (Multimodal LLM)
Metode/Algoritma AI; FACS (Facial Action Coding System); Instruction-Following; Zero-Shot Classification; (Internal) Chain of Thought Reasoning
Integrasi Platform; KakTutor – Modul AI Face Detector; Integrasi API: Google Generative AI API (Google/GENAI)



sumber: data olahan

Gambar 1
Flowchart Penerapan AI dalam Website KakTutor

HASIL

Sistem aplikasi *e-learning* ini dilengkapi oleh fitur *emotion recognition* menggunakan layanan dari Google Generative AI (Gemini) yang telah dilatih untuk menganalisis ekspresi wajah siswa berdasarkan penangkapan gambar dari kamera secara *real-time* lalu setelah dianalisis sistem akan memberikan output berupa teks di layar pengajar, contohnya seperti pada Gambar 2. Fitur emotion recognition akan dapat diakses ketika pengajar dan peserta didik mengakses tautan kelas daring dan selama pembelajaran daring berlangsung fitur ini akan terus bekerja.



Sumber: data olahan

Gambar 2
Tampilan emotion recognition pada layar pengajar

Seperti pada Gambar 2 tersebut pada pojok kiri layar foto siswa terdapat emosi yang dialami oleh siswa tersebut sehingga pengajar dapat menyimpulkan apa yang dialami oleh siswa tersebut saat mengikuti pembelajaran daring. Sehingga, data tersebut akan tampil di layar pengajar, untuk selanjutnya pengajar dapat mengambil tindakan sesuai dengan data emosi yang muncul. Data dari emosi siswa tidak disimpan permanen di server jadi untuk keamanan dan privasi siswa terjaga karena proses penangkapan emosinya secara *real time.* Selanjutnya untuk arsitektur sistemnya sendiri pertama-tama kamera siswa aktif selama sesi pembelajaran, lalu sistem

melakukan *face tracking* untuk mengenali emosi yang ditunjukan oleh siswa, selanjutnya citra wajah dikirim ke modul AI (melalui Google GenAI API) untuk dianalisis. Model AI mengklasifikasikan emosi siswa, seperti: bahagia, fokus, bosan, bingung, atau tidak memperhatikan. Lalu, untuk emosi yang sudah dideteksi akan ditampilkan di masing-masing kotak layar kamera siswa pada tampilan layar pengajar.

Uji pakar dilakukan untuk memperoleh penilaian dan masukan terhadap sistem pembelajaran daring berbasis kecerdasan buatan yang dikembangkan untuk mengenali emosi siswa. Kegiatan ini melibatkan lima orang pakar, terdiri atas empat pakar di bidang teknologi informasi yang berkompeten dalam teknologi pendidikan dan pengembangan sistem kecerdasan buatan, serta satu pakar di bidang psikologi pendidikan. (Holmes et al, 2019). Setiap pakar diminta menilai beberapa aspek utama, yaitu (1) pengaruh emosi terhadap proses pembelajaran daring, (2) tingkat akurasi sistem *face detection*, dan (3) efektivitas penerapan sistem AI dalam mendukung pembelajaran daring. Dengan indikator (1) sangat tidak berpengaruh atau tidak efektif dan (5) sangat berpengaruh atau sangat efektif. Selain itu, para pakar juga diberikan ruang untuk menyampaikan saran pengembangan fitur tambahan guna meningkatkan kinerja sistem. Secara khusus, pakar psikologi menilai dua aspek tambahan, yaitu (4) seberapa penting peran guru dalam memahami perasaan siswa, serta (5) sejauh mana ekspresi wajah dapat dijadikan indikator yang akurat dalam menilai kondisi emosional siswa.

Tabel 2
Hasil kuesioner pakar IT

No.	Aspek Penilaian	Guru IT SMA	Guru IT Les Privat	Mantan Guru IT	Guru RPL	Rata-rata
1.	Perasaan berpengaruh dalam kemampuan siswa memahami pembelajaran.	4	4	5	4	4,25
2.	Seberapa akurat sistem face detection kami dalam mengenali wajah?	4	3	3	4	3,5
3.	Apakah penggunaan AI face detection efektif membantu proses pembelajaran?	5	4	4	5	4,5
4	Saran	Deteksi mata ke layar atau tidak	Deteksi suara	Mood graph	Diberi notifikasi warning apabila murid sedang *confused*	4,081 ~ 4,1 "Sangat Baik"

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pakar IT memberikan penilaian yang relatif tinggi terhadap sistem yang dikembangkan. Pada aspek pertama, yaitu pengaruh emosi terhadap proses pembelajaran, diperoleh skor masing-masing 4, 4, 4, dan 5, dengan rata-rata 4,25. Hasil ini menunjukkan bahwa pakar IT sepakat bahwa kondisi emosional siswa berperan penting dalam proses belajar. Sistem pembelajaran yang mampu mengenali emosi siswa dianggap relevan untuk membantu pengajar memahami tingkat kenyamanan dan keterlibatan siswa selama pembelajaran daring berlangsung.

Aspek kedua menilai tingkat akurasi sistem *face detection* dalam mengenali ekspresi wajah siswa. Nilai yang diberikan yaitu 3, 3, 4, dan 4, dengan rata-rata 3,5. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem sudah mampu mengenali ekspresi wajah dengan cukup akurat. Meskipun begitu, pakar IT menyarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut dengan variasi kondisi pencahayaan dan sudut pandang agar sistem dapat memberikan hasil deteksi yang lebih konsisten dan stabil.

Pada aspek ketiga, efektivitas sistem *AI face detection* dalam membantu pembelajaran daring secara *real-time*, diperoleh skor 4, 4, 5, dan 5, dengan rata-rata 4,5. Nilai ini menunjukkan bahwa para pakar menilai sistem sangat efektif dalam mendukung proses pembelajaran daring. Sistem mampu memberikan umpan balik emosional yang dapat digunakan pengajar untuk menyesuaikan pendekatan pengajaran dengan kondisi siswa secara langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan adaptif.

Selain penilaian kuantitatif, seluruh pakar juga memberikan masukan yang sama terkait pengembangan sistem, yaitu penambahan fitur deteksi fokus pandangan mata terhadap layar. Fitur ini dinilai penting untuk membantu mengukur tingkat perhatian siswa selama pembelajaran daring. Dengan adanya fitur tersebut, sistem tidak hanya mengenali emosi siswa, tetapi juga dapat menilai sejauh mana siswa fokus pada materi pembelajaran, sehingga hasil analisis menjadi lebih menyeluruh dan akurat.

Secara keseluruhan, hasil uji pakar IT menunjukkan bahwa sistem pembelajaran daring berbasis kecerdasan buatan yang dikembangkan sudah memiliki tingkat keakuratan dan efektivitas yang baik. Nilai rata-

rata keseluruhan dari ketiga aspek penilaian adalah 4,083 ≈ 4,1, yang termasuk dalam kategori "sangat baik". Meski demikian, pengembangan lanjutan tetap diperlukan, terutama untuk meningkatkan akurasi sistem dan menambahkan fitur pendeteksian fokus mata agar sistem dapat memberikan gambaran emosional dan perilaku siswa secara lebih komprehensif.

Tabel 3
Hasil kuesioner pakar Psikologi

No.	Aspek Penilaian	Guru BK SMA	Rata-rata
1.	Perasaan berpengaruh dalam kemampuan siswa memahami pembelajaran.	5	5
2.	Pentingnya peran guru dalam memahami perasaan siswa dalam proses pembelajaran.	5	5
3.	Ekspresi wajah dapat menjadi indikator yang cukup akurat untuk menilai kondisi emosional siswa selama belajar.	3	3
4.	Apakah penggunaan AI face detection efektif membantu proses pembelajaran?	4	4

Sumber: data olahan

Hasil uji pakar psikologi pada Tabel 3 diperoleh dari penilaian seorang Guru Bimbingan dan Konseling (BK) di tingkat SMA yang memiliki pemahaman mendalam terkait kondisi emosional siswa dalam proses belajar. Penilaian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana sistem pengenalan emosi berbasis kecerdasan buatan (AI) dapat berkontribusi dalam mendukung efektivitas pembelajaran daring dari perspektif psikologis. Hasil penilaian menunjukkan bahwa secara umum pakar memberikan tanggapan positif terhadap hubungan antara aspek emosional dan efektivitas pembelajaran. Pada aspek pertama, yaitu *perasaan berpengaruh dalam kemampuan siswa memahami pembelajaran*, pakar memberikan skor 5. Nilai ini menunjukkan keyakinan yang kuat bahwa kondisi emosional siswa sangat mempengaruhi proses kognitif, seperti perhatian, pemahaman, dan daya ingat. Siswa yang berada dalam kondisi emosional positif akan lebih mudah menyerap informasi dibandingkan siswa yang sedang mengalami stres atau kebosanan.

Aspek kedua, yaitu *pentingnya peran guru dalam memahami perasaan siswa selama proses pembelajaran*, juga memperoleh skor 5. Menurut pandangan psikologis, guru memiliki peran penting sebagai mediator emosi siswa di lingkungan belajar. Pemahaman guru terhadap kondisi emosional peserta didik dapat membantu menciptakan suasana kelas yang empatik, sehingga siswa merasa lebih diterima dan termotivasi untuk berpartisipasi aktif. Hal ini mendukung relevansi penggunaan teknologi AI yang mampu memberikan data tambahan mengenai emosi siswa, sehingga guru dapat melakukan pendekatan pembelajaran yang lebih adaptif.

Pada aspek ketiga, yaitu *ekspresi wajah sebagai indikator kondisi emosional siswa*, pakar memberikan skor 3, yang berarti cukup akurat namun belum sepenuhnya dapat dijadikan satu-satunya tolok ukur dalam menilai emosi. Dari sudut pandang psikologi, ekspresi wajah memang menjadi salah satu indikator nonverbal penting, namun interpretasi emosi tidak bisa hanya bergantung pada ekspresi semata. Faktor konteks, bahasa tubuh, dan situasi lingkungan juga berpengaruh besar terhadap penilaian kondisi emosional seseorang. Oleh karena itu, sistem AI yang dikembangkan disarankan untuk tidak hanya mengandalkan ekspresi wajah, tetapi juga mempertimbangkan data tambahan seperti pola perhatian, intonasi suara, atau durasi tatapan terhadap layar.

Aspek keempat menilai *efektivitas penggunaan AI face detection dalam membantu proses pembelajaran*, dengan skor 4. Penilaian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pengenalan wajah berbasis AI dinilai cukup efektif dalam memberikan informasi tambahan mengenai kondisi emosional siswa secara *real-time*. Dengan adanya sistem ini, guru dapat memperoleh wawasan objektif mengenai keadaan siswa selama pembelajaran daring berlangsung. Meskipun demikian, pakar menekankan bahwa teknologi ini sebaiknya digunakan sebagai alat bantu, bukan sebagai pengganti peran guru dalam memahami dan membimbing siswa secara emosional.

Secara keseluruhan, hasil uji pakar psikologi menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk mendukung proses pembelajaran daring yang lebih empatik dan responsif terhadap emosi siswa. Dengan rata-rata keseluruhan skor 4,25, sistem ini tergolong baik dan layak untuk dikembangkan lebih lanjut, terutama dengan penambahan fitur yang dapat memperkuat analisis perilaku emosional siswa secara lebih menyeluruh.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan platform pembelajaran daring berbasis kecerdasan buatan dengan kemampuan mengenali ekspresi siswa secara *real-time* mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efektivitas proses pembelajaran daring Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam konteks pembelajaran daring dapat meningkatkan interaktivitas, adaptivitas, dan empati jarak jauh antara pengajar dan peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Camacho-Morles, J., Slemp, G. R., Pekrun, R., Loderer, K., Hou, H., Oades, L. G., 2021. Activity Achievement Emotions and Academic Performance: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1051–1095

Hou, C., Ai, J., Lin, Y., Guan, C., Li, J., Zhu, W., 2022. Evaluation of Online Teaching Quality Based on Facial Expression Recognition. *Future Internet*. 14(6), 1-12

Holmes, W., Bialik, M., Fadel, C., 2019. *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.* Center for Curriculum Redesign.

Izard, C. E., 2009. Emotion Theory and Research: Highlights, Unanswered Questions, and Emerging Issues. *Annual Review of Psychology*, 60, 1-25.

Kleinginna, P. R. Jr., Kleinginna, A. M., 1981. A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5, 345-379

König, J., Santagata, R., Scheiner, T., Glegola, A. K., Yang, X., Kaiser, G., 2022. Teacher noticing: A systematic literature review of conceptualizations, research designs, and findings on learning to notice. *Educational Research Review*. 36(3), 1-16

Moor, L. J., Dickson-Deane, C., Galyen, K., 2011, E-Learning, Online, and Distance Learning Environment: Are They Same? *Internet and Higher Education*, 14, 129-135.

Russell, S. J., Norvig, P., 2021. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Pearson Education.

Yao, L., Wan, Y., Ni, H., Xu, B., 2021. Action unit classification for facial expression recognition using active learning and SVM. *Multimedia Tools and Applications*. 80(3), 24287–24301