

ARTICLE

Learning Management System (LMS) Pada Kursus Online Berbasis Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model Mediapipe Face Mesh

Learning Management System (LMS) in Online Courses Based on Exam Cheating Detection Using the Mediapipe Face Mesh Model

Elang Bimantoro, Muhammad Fikri Hidayattullah, dan Dwi Intan Af'idah *

Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama, Tegal, Indonesia

*Penulis Korespondensi: dwiintanafidah@poltektegal.ac.id

(Disubmit 23-12-08; Diterima 23-12-28; Dipublikasikan online pada 24-09-05)

Abstrak

Kursus online adalah salah satu metode pembelajaran yang semakin populer di era digital. Namun kursus online juga menghadapi masalah kecurangan ujian yang dapat menurunkan kualitas dan integritas pembelajaran. Jadi kami mengembangkan sistem manajemen pembelajaran (LMS) yang dapat secara otomatis mendeteksi dan mencegah kecurangan ujian menggunakan teknologi TensorFlow.js dari model Facemesh MediaPipe. LMS ini dapat mengakses kamera web dan menganalisis wajah menggunakan pelacakan wajah yang dapat mengidentifikasi fitur wajah dan orientasi kepala. Dengan demikian, LMS ini dapat mengetahui apakah kandidat sedang berkonsentrasi, memantau, menyontek pada saat melaksanakan ujian. LMS ini juga dapat memberikan feedback yang sesuai, seperti mengeluarkan peringatan, menutup tes secara otomatis, atau membatalkan tes. Kami menguji validitas dan efektivitas LMS ini menggunakan data tes online dari beberapa mata kuliah. Hasilnya menunjukkan bahwa LMS ini dapat mendeteksi kecurangan ujian dengan akurasi tinggi dan memberikan kinerja yang baik. Penelitian ini bertujuan meningkatkan integritas pembelajaran online melalui pengembangan sistem manajemen pembelajaran (LMS) inovatif. Dengan menggunakan teknologi TensorFlow.js dari model Facemesh MediaPipe, LMS dapat secara otomatis mendeteksi dan mencegah kecurangan ujian dengan mengakses kamera web, menganalisis wajah, dan memberikan feedback yang tepat waktu. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada peningkatan kualitas dan integritas pembelajaran online melalui implementasi LMS yang efektif dan dapat diandalkan. Uji validitas dan efektivitas menunjukkan akurasi tinggi dalam mendeteksi kecurangan ujian serta kinerja optimal, mengukuhkan peran positif penelitian ini dalam pengembangan metode pembelajaran online yang aman dan berkualitas.

Kata kunci: Face landmark; Tensorflow JS; Kecurangan Ujian; LMS

Abstract

Online courses are becoming increasingly popular in the digital era. However, online courses also face issues related to exam cheating, which can compromise the quality and integrity of learning. Therefore, we have developed a Learning Management System (LMS) capable of automatically detecting and preventing exam fraud using TensorFlow.js and Facemesh MediaPipe technology. This LMS can access candidates' web cameras and analyze their faces using facial tracking algorithms that can identify facial features and head orientation. Consequently, the LMS can determine whether candidates are concentrating, monitoring, cheating, or communicating with others during exams. Furthermore, this LMS can provide appropriate feedback, such as issuing warnings, reducing scores, or canceling tests. We tested the validity and effectiveness of this LMS using online exam data from several courses. The results indicate that this LMS can detect exam cheating with high accuracy.

This is an Open Access article - copyright on authors, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY SA) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: E. Bimantoro *et al.*, "Learning Management System (LMS) Pada Kursus Online Berbasis Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model Mediapipe Face Mesh", *JIKO (JURNAL INFORMATIKA DAN KOMPUTER)*, Volume: 8, No.2, Pages 268–278, September 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i2.1167.

cy and deliver good performance. In conclusion, this research aims to enhance the integrity of online learning through the development of an innovative Learning Management System (LMS). Utilizing TensorFlow.js from the Facemesh MediaPipe model, the LMS can automatically detect and prevent exam fraud by accessing web cameras, analyzing faces, and providing timely feedback. The primary contribution of this research lies in improving the quality and integrity of online learning through the effective and reliable implementation of the LMS. Validity and effectiveness tests demonstrate high accuracy in detecting exam cheating and optimal performance, reinforcing the positive role of this research in the development of secure and high-quality online learning methods.

KeyWords: Face landmark; Tensorflow JS; Exam Cheating; LMS

1. Pendahuluan

Learning Management System (LMS) adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk melakukan distribusi, membuat, dan mengelola konten pembelajaran secara *online*[1]. LMS dapat digunakan untuk berbagai tujuan pendidikan, seperti sekolah, perguruan tinggi, pelatihan karyawan, dan kursus online. LMS memiliki berbagai fitur yang mendukung proses pembelajaran, seperti antarmuka yang mudah digunakan, pendaftaran online, kelas online dan materi yang dapat diakses secara online, ujian, tugas, dan kuis, ruang diskusi, laporan hasil, dan fitur lainnya[2, 3]. Kursus *online* adalah salah satu bentuk pemanfaatan LMS untuk menyediakan materi pembelajaran yang dapat diakses oleh peserta secara mandiri dan fleksibel. Kursus *online* memiliki banyak manfaat, seperti meningkatkan aksesibilitas, efisiensi, dan kualitas pembelajaran. Namun, kursus *online* juga memiliki tantangan, salah satunya adalah kecurangan ujian[4, 5]. Kecurangan ujian adalah perilaku yang bertujuan untuk mendapatkan nilai yang tidak sesuai dengan kemampuan atau usaha yang dilakukan oleh peserta. Kecurangan ujian dapat merusak integritas akademik dan profesionalisme peserta kursus *online*[6, 7].

Face Landmark Detection dan *Segmentation Face* estimasi *landmark* adalah aplikasi persepsi umum lainnya. MediaPipe yang berfungsi deteksi landmark wajah bersama dengan segmentasi potret. Untuk mengurangi beban komputasi yang diperlukan untuk menjalankan keduanya tugas secara bersamaan, salah satu strateginya adalah dengan menerapkan tugas tersebut dua himpunan bagian frame yang terpisah. Ini dapat dilakukan dengan mudah di MediaPipe menggunakan node *demultiplexing* yang membagi paket-paket dalam aliran input menjadi subset paket yang disisipkan, dengan setiap subset masuk ke aliran keluaran terpisah. Untuk mendapatkan landmark dan segmentasi di semua bingkai, landmark diinterpolasi sementara di seluruh bingkai. Stempel waktu target untuk interpolasi hanyalah semua frame yang masuk. Terakhir, untuk visualisasi anotasi dari kedua tugas tersebut dilampirkan ke bingkai kamera, dengan tiga aliran disinkronkan secara otomatis saat memasukkan anotasi simpul[8, 9, 10, 11]. Untuk mencegah atau mendeteksi kecurangan ujian Pada Kursus *online*, diperlukan sebuah sistem yang dapat memantau dan mengidentifikasi perilaku mencurigakan peserta saat mengikuti ujian[12, 13]. Salah satu sistem yang dapat digunakan adalah *Tensorflow Js* dengan menggunakan model *facemesh MediaPipe*[14]. *Tensorflow Js* adalah sebuah *library JavaScript* yang memungkinkan pengembangan dan pelatihan model *machine learning* di browser atau di *platform Node.js*. *Facemesh MediaPipe* adalah sebuah model *machine learning* yang dapat mendeteksi 468 titik wajah manusia secara *real-time* di browser atau di *platform Node.js* dengan menggunakan *tensorflow js*[15, 16, 17].

Dengan menggunakan *tensorflow js* dan *facemesh MediaPipe*, sistem dapat mengambil gambar wajah peserta saat mengikuti ujian *online* dan menganalisisnya untuk mengetahui apakah ada tanda-tanda kecurangan, seperti melihat ke arah samping, tengok kanan dan kiri serta menengok ke bawah dan ke atas. Serta terdapat sistem deteksi tambahan yaitu deteksi kecurangan penyalahgunaan aplikasi seperti membuka tab baru pada browser dan berpindah-pindah aplikasi, sistem akan otomatis memberhentikan ujian jika melakukan hal tersebut. Sistem dapat menutup tes atau ujian secara otomatis kepada peserta yang terdeteksi melakukan kecurangan ujian secara otomatis[17]. Penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan inovasi dalam pengelolaan dan pengawasan ujian *online* melalui pemanfaatan *Tensorflow Js* dan model *facemesh MediaPipe*. Dalam upaya mencegah dan mendeteksi kecurangan ujian pada kursus *online*, pendekatan ini mengintegrasikan teknologi deteksi *landmark* wajah secara *real-time* untuk mengidentifikasi perilaku mencurigakan peserta, seperti gerakan melihat ke arah samping, tengok kanan dan kiri, serta menengok ke bawah dan ke atas. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan teknologi *machine*

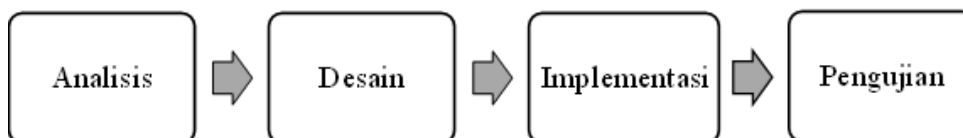
learning di browser atau *platform Node.js*, memberikan kemampuan analisis yang akurat dan cepat tanpa memerlukan pengunduhan atau instalasi tambahan. Kontribusi utama penelitian ini adalah menciptakan solusi yang efektif untuk menjaga integritas ujian *online*, dengan sistem yang tidak hanya memonitor gerakan wajah peserta, tetapi juga mendeteksi potensi penyalahgunaan aplikasi seperti membuka tab baru atau berpindah-pindah aplikasi, serta memberikan respons otomatis berupa penghentian ujian jika tindakan curang terdeteksi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kemajuan teknologi, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap keamanan dan kredibilitas ujian *online*.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan integritas pembelajaran *online* melalui pengembangan sistem manajemen pembelajaran (LMS) yang inovatif dan efektif. Keunggulan penelitian ini terletak pada penerapan teknologi *TensorFlow.js* dari model *Facemesh MediaPipe* untuk mendeteksi dan mencegah kecurangan ujian secara otomatis. Kontribusi signifikan penelitian ini terletak pada kemampuan LMS untuk mengakses kamera web, menganalisis wajah, dan mengidentifikasi fitur serta orientasi kepala peserta ujian. Dengan demikian, LMS dapat memberikan feedback yang tepat waktu, seperti peringatan atau penutupan otomatis tes, sehingga meningkatkan kualitas dan integritas pembelajaran *online*. Validitas dan efektivitas LMS ini telah diuji dengan menggunakan data tes *online* dari berbagai mata kuliah, dan hasilnya menunjukkan akurasi tinggi dalam mendeteksi kecurangan ujian serta kinerja yang optimal, memperkuat kontribusi positif penelitian ini terhadap pengembangan metode pembelajaran *online* yang aman dan berkualitas.

2. Metode

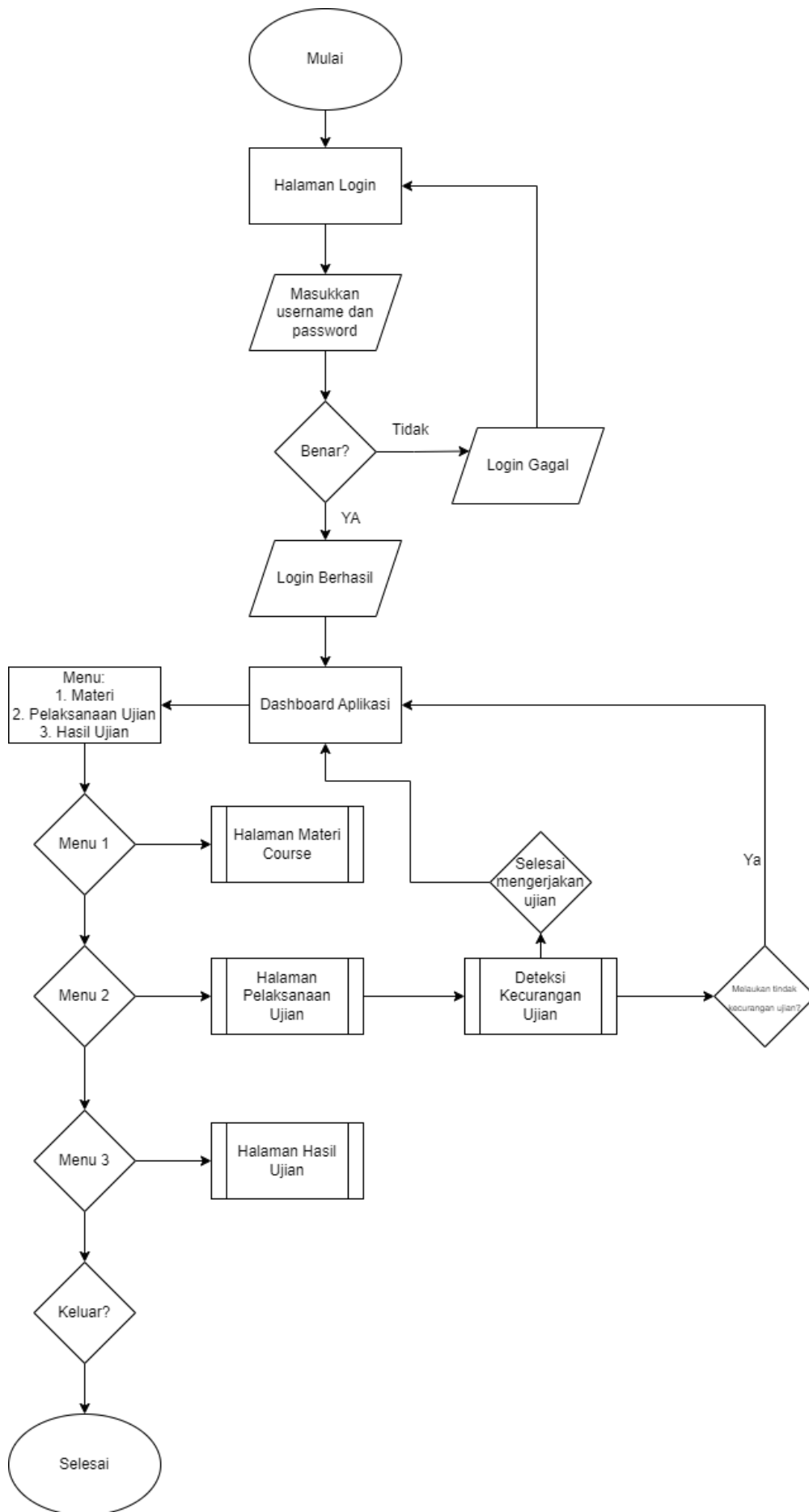
Proses pembuatan *key landmark* dilakukan menggunakan teknik *deep MediaPipe*. *MediaPipe* adalah kerangka kerja kecerdasan buatan sumber terbuka yang dikembangkan oleh Google dan diarahkan untuk membangun aplikasi visi komputer dalam kehidupan nyata. Kemampuan *MediaPipe* memungkinkan para pengembang untuk fokus pada pengembangan algoritma atau model, sambil menggunakan *MediaPipe* untuk secara iteratif meningkatkan aplikasi mereka dengan hasil yang konsisten di berbagai perangkat dan platform. Solusi yang saat ini diimplementasikan dengan *MediaPipe* mencakup deteksi wajah, anotasi jaringan wajah, lokalitas iris, deteksi tangan, estimasi pose, segmentasi rambut, deteksi dan pelacakan objek, serta deteksi objek 3D (*Objectron*)[7]. Proses Pengembangan sistem *MediaPipe TensorFlow.js Face Landmark* untuk mendeteksi kecurangan pada saat ujian dalam kursus *online* disesuaikan dengan melakukan observasi pada beberapa LMS (*Learning Management System*) dan kursus *online*, seperti Dicoding, Skilvul, Ruangguru Camp, dan Eduwork.

Pada beberapa LMS dan kursus online yang telah diamati, belum ada sistem yang diimplementasikan untuk meminimalisir tindakan kecurangan saat pelaksanaan ujian atau tes. Metode Skuensial Linier diimplementasikan dalam deteksi kecurangan ujian. Hal ini disajikan dalam Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Metode Skuensial Linear

Sedangkan dalam tahapan desain system meliputi Use Case diagram untuk mengetahui fungsi atau fitur apa saja yang ada, kemudian membuat database MySQL serta merancang relasi antar tabel dan dilanjutkan dengan mendesain antar muka. Untuk melihat alur *Learning Management System (LMS)* Pada Kursus *Online* Berbasis Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model *Mediapipe Face Mesh* dapat melihat Gambar 2 di bawah ini:

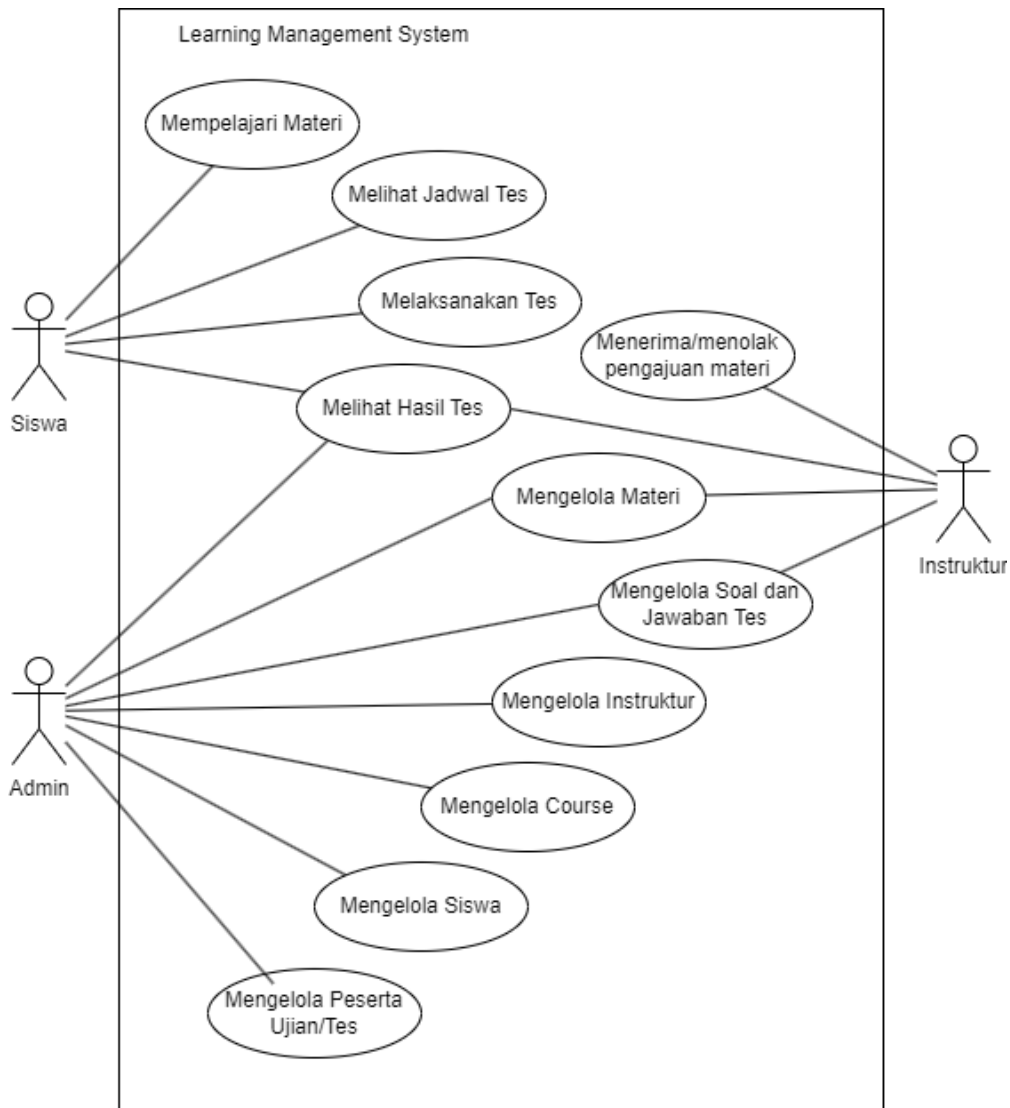


Gambar 2. Diagram Alur Antarmuka Sistem Deteksi Kecurangan Ujian

3. Hasil

3.1 Desain

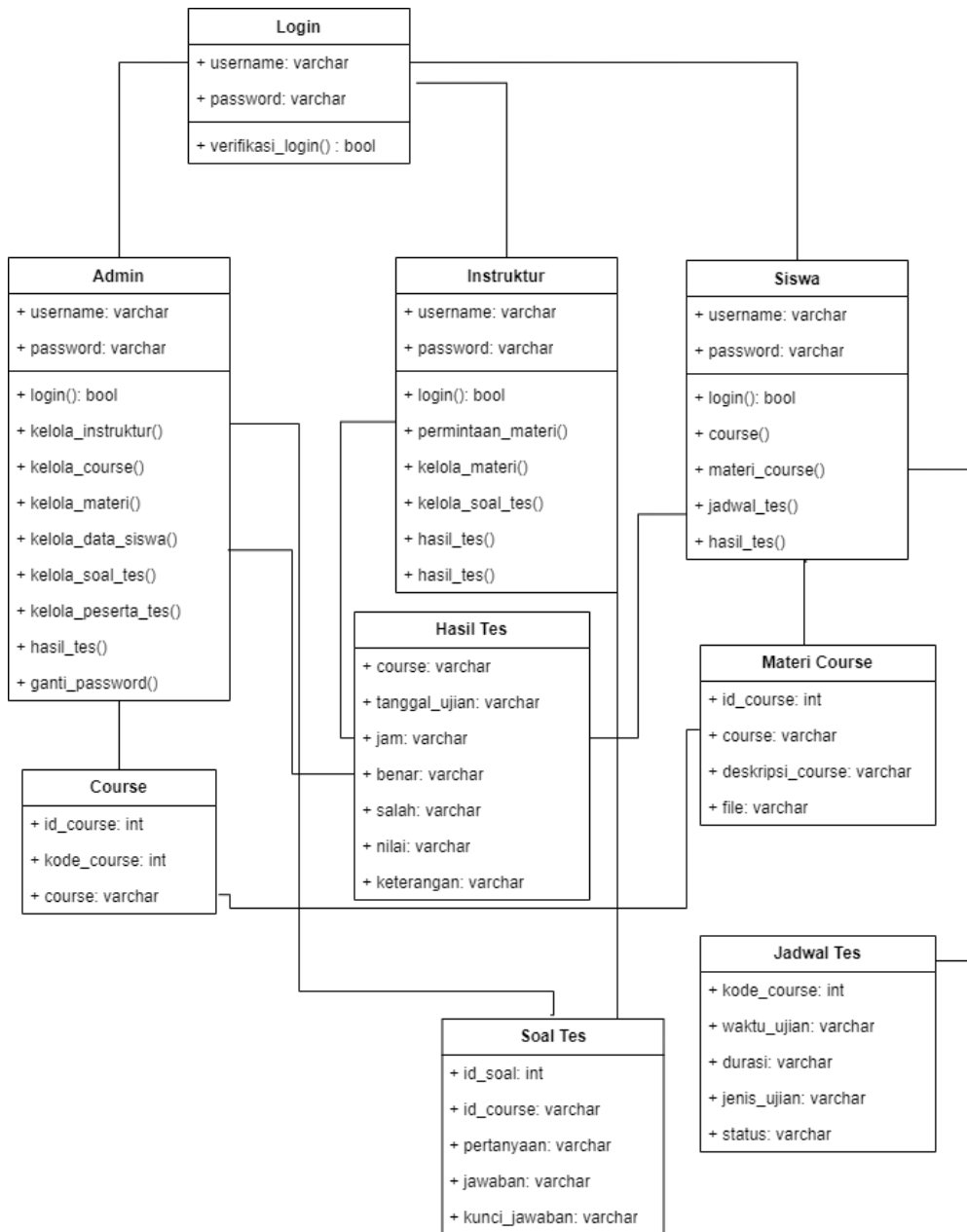
Learning Management System (LMS) Pada Kursus Online Berbasis Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model Mediapipe Face Mesh didesain untuk 3 tingkatan pengguna yaitu Admin, Instruktur, dan Peserta. Berikut adalah beberapa fitur yang dapat diakses oleh Pengguna (Peserta) seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram Learning Management System

3.2 Class Diagram

Class Diagram digunakan dalam pemodelan perangkat lunak untuk menggambarkan struktur dan hubungan kelas-kelas yang ada pada suatu aplikasi dapat membantu untuk memahami hubungan antar kelas, melihat atribut kelas dan mengetahui metode yang dapat digunakan dalam kelas. Dalam diagram ini akan mengetahui sistem bagaimana suatu hubungan antara suatu objek dalam sistem, sehingga dapat memudahkan dalam analisis pembuatan dan perancangan sebuah aplikasi. Class diagram aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



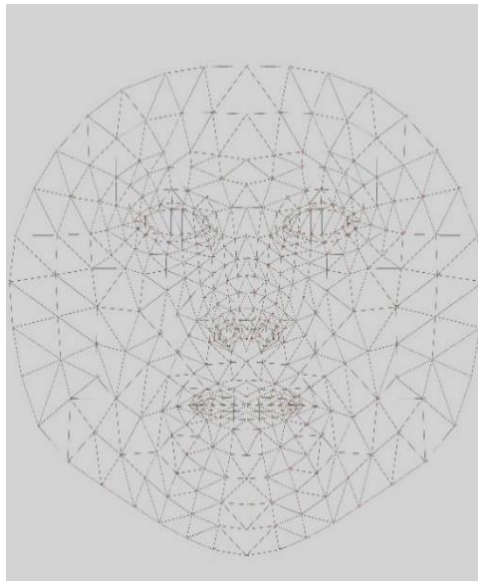
Gambar 4. Class Diagram

Dalam *class diagram Learning Management System (LMS)*, relasi antar tabel mencerminkan hubungan yang penting dalam sistem. Tabel login terkait dengan tabel admin, instruktur, dan siswa untuk mengatur akses masuk berdasarkan peran pengguna. Admin memiliki keterkaitan dengan hasil tes, soal tes, dan course, menunjukkan peran administratif dalam manajemen evaluasi dan kursus.

Instruktur berelasi dengan hasil tes dan soal tes, mencerminkan peran instruktur dalam evaluasi dan penyusunan soal tes. Siswa memiliki relasi dengan hasil tes, materi course, dan jadwal tes, menunjukkan hubungan dengan hasil tes, materi pembelajaran, dan jadwal ujian. Materi course berelasi dengan course dan siswa, menggambarkan keterkaitan antara materi pembelajaran, kursus, dan pengguna siswa.

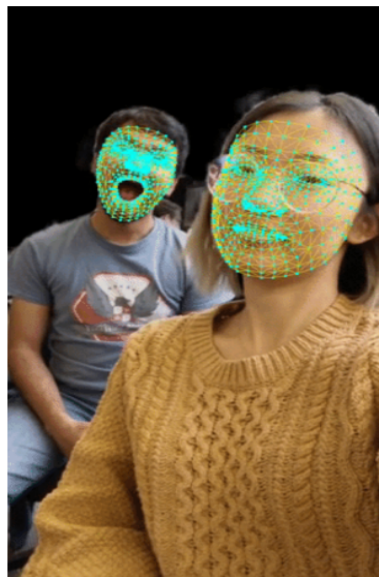
Hasil tes terkait dengan siswa, admin, dan instruktur, mencerminkan keterkaitan hasil tes dengan identitas siswa, administrasi, dan evaluasi instruktur. Course berelasi dengan materi course dan admin, menunjukkan hubungan antara kursus, materi pembelajaran, dan administrasi. Soal tes berelasi dengan admin dan instruktur, menekankan hubungan penyusunan soal tes dengan administrasi dan instruktur. Jadwal tes berelasi dengan siswa, mencerminkan keterkaitan jadwal tes dengan identitas siswa yang terlibat dalam evaluasi. Keseluruhan relasi ini membentuk gambaran singkat yang komprehensif tentang interaksi antar entitas dalam LMS.

3.3 Implementasi



Gambar 5. Keypoint Face Landmark Detection

Gambar 5 menunjukkan tampilan gambar *face landmark*, *face landmark* adalah gambar yang menunjukkan titik-titik khusus pada wajah yang terdeteksi, seperti mata, hidung, mulut, dan dagu.

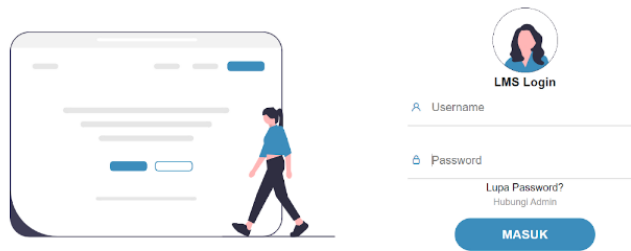


Gambar 6. Landmark detection and segmentation output [5]

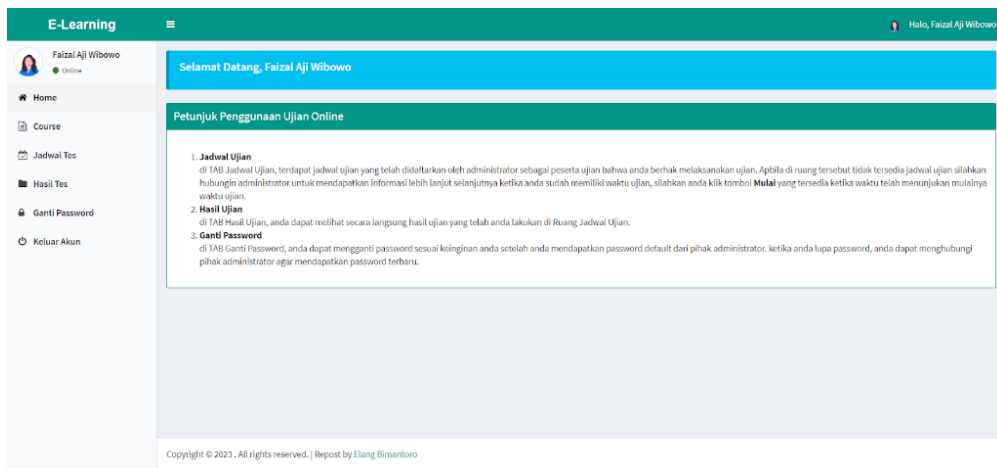
Titik-titik ini yang memprediksi 486 penanda wajah 3D untuk menyimpulkan perkiraan geometri permukaan wajah manusia dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti pengenalan wajah, filter wajah, atau analisis ekspresi wajah seperti pada Gambar 6.

3.3.1 Pembuatan Website

Setelah melakukan perancangan website dari berbagai tahap sebelumnya, langkah berikutnya yaitu pembuatan website. Berikut merupakan beberapa tampilan utama yaitu tampilan *login* pada Gambar 7, halaman *dashboard* pada Gambar 8 ,dan Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model *Mediapipe Face Mesh* dari *Learning Management System (LMS)* Pada Kursus *Online* Berbasis Deteksi Kecurangan Ujian Menggunakan Model *Mediapipe Face Mesh*.

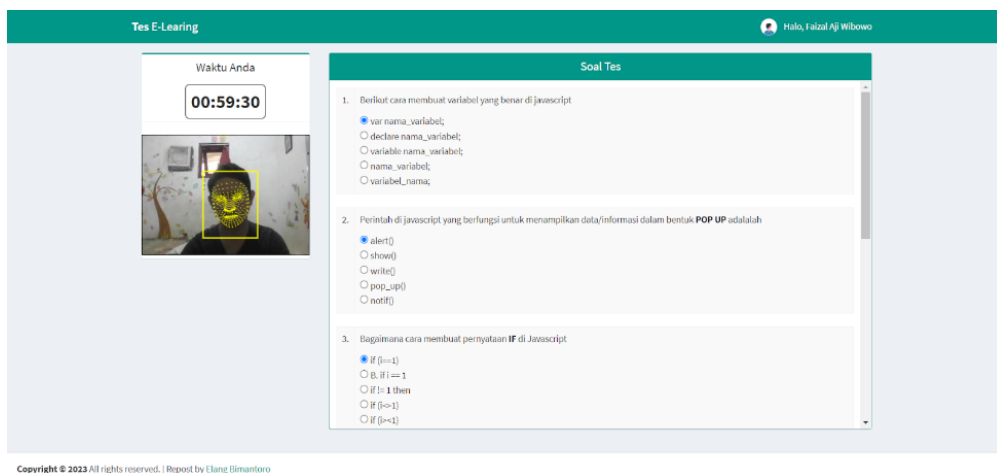


Gambar 7. Halaman Login



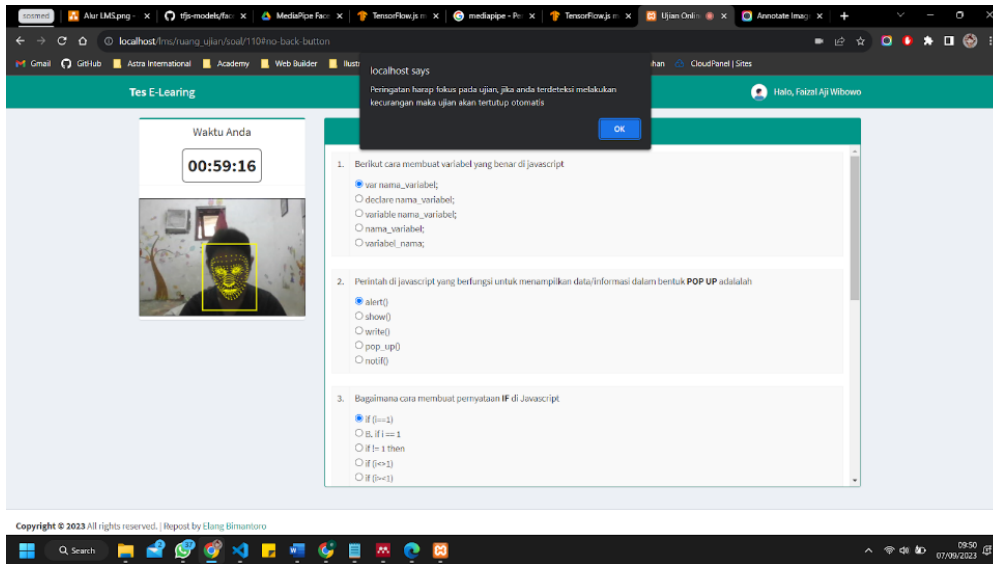
Gambar 8. Halaman Dashboard

3.3.2 Implementasi Model pada Website



Gambar 9. Tampilan implementasi face landmark pada website

Gambar 9 di atas adalah contoh implementasi *face landmark* yang digunakan untuk mengawasi peserta pada saat melakukan ujian secara daring dengan menandai titik-titik khusus pada wajah yang terdeteksi, seperti mata, hidung, mulut, dan dagu.



Gambar 10. Implementasi Deteksi Kecurangan Ujian

Jika salah satu *keypoint* tidak ada dalam area wajah maka sistem otomatis akan mendeteksi tindak kecurangan pada saat melaksanakan ujian. Untuk mengetahui apakah ada tanda-tanda kecurangan, seperti melihat ke arah samping, tengok kanan dan kiri serta menengok ke bawah dan ke atas. Serta terdapat sistem deteksi tambahan yaitu deteksi kecurangan penyalahgunaan aplikasi seperti membuka tab baru pada browser dan berpindah-pindah aplikasi, sistem akan otomatis memberhentikan ujian jika melakukan hal tersebut. Sistem dapat menutup tes atau ujian secara otomatis kepada peserta yang terdeteksi melakukan kecurangan ujian secara otomatis seperti pada Gambar 10 di atas.

3.4 Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Black-Box Testing (*functional testing*)

No	Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Klik tombol login dengan username dan password yang benar	Klik tombol login dan berhasil masuk halaman utama	Masuk dan bisa mengakses fitur-fitur utama	Sesuai harapan	Valid
2	Menu Course	Dapat mengakses materi sesuai dengan topik course	Fitur course dapat berfungsi dengan baik	Sesuai harapan	Valid
3	Menu Jadwal Tes	Dapat mengakses jadwal tes dan dapat melaksanakan tes sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan	Dapat melaksanakan tes sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan	Sesuai harapan	Valid
4	Fitur Deteksi Ujian	Mengetahui apakah ada tanda-tanda kecurangan, seperti melihat ke arah samping, tengok kanan dan kiri serta menengok ke bawah dan ke atas. Serta terdapat sistem deteksi tambahan yaitu deteksi kecurangan penyalahgunaan aplikasi seperti membuka tab baru pada browser dan berpindah-pindah aplikasi	Fitur dapat berjalan dengan lancar dan sistem deteksi sudah sesuai	Sesuai Harapan	Valid
5	Rekap Hasil Tes	Mengakses data hasil tes yang sudah dikerjakan oleh peserta	Fitur rekap hasil tes dapat berfungsi dengan sesuai dengan nilai dari tes yang sudah dikerjakan	Sesuai harapan	Valid

4. Simpulan

Learning Management System (LMS) pada kursus online berbasis deteksi kecurangan ujian menggunakan model *MediaPipe Face Mesh* telah berhasil dibangun. LMS ini memiliki fitur deteksi kecurangan ujian yang menggunakan Face Mesh untuk mengidentifikasi berbagai titik atau *landmark* pada wajah, seperti mata, hidung, mulut, dan bentuk wajah secara keseluruhan. *Framework* atau model yang digunakan adalah *MediaPipe* dari Google. Implementasi fitur deteksi kecurangan ujian pada LMS ini telah diuji dan berjalan dengan baik dalam mengidentifikasi berbagai titik atau landmark pada wajah, seperti mata, hidung, mulut, dan bentuk wajah secara keseluruhan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengenali gerakan yang mencurigakan saat ujian berlangsung.

Pustaka

- [1] M. Warsono, "Implementasi Learning Management System (LMS) Melalui Website dan E-Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Pendidik," *J. Didakt. Pendidik. Dasar*, vol. 5, no. 1, pp. 177–200, 2021, doi: 10.26811/didaktika.v5i1.224.
- [2] S. A. Raza, W. Qazi, K. A. Khan, and J. Salam, "Social Isolation and Acceptance of the Learning Management System (LMS) in the time of COVID-19 Pandemic: An Expansion of the UTAUT Model," *J. Educ. Comput. Res.*, vol. 59, no. 2, pp. 183–208, 2021, doi: 10.1177/0735633120960421.
- [3] V. M. Bradley, "Learning Management System (LMS) Use with Online Instruction," *Int. J. Technol. Educ.*, vol. 4, no. 1, p. 68, 2020, doi: 10.46328/ijte.36.
- [4] D. Rhetno and A. Kuncoro, "Perancangan Perangkat Lunak E-learning untuk Kursus Online dengan Metode Web Based Learning Menggunakan Dokeos di SMK Nasional Depok," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 18, no. 4, 2019, doi: 10.32409/jikstik.18.4.2673.
- [5] S. Rahayu, Haryanto, and N. I. Alzaytun, "Standar Pelayanan Publik Kecamatan Pasar Kemis Kabupaten Tangerang," *ADI Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.34306/adimas.v3i1.724.
- [6] T. R. Al Fath and I. H. Al Amin, "Implementasi Arsitektur Microservices menggunakan RESTful API untuk Website Online Course Esploor," *J. Tek. Inform. Unika ST. Thomas*, vol. 07, pp. 2657–1501, 2022.
- [7] V. Desai, "Microservices: Architecture and Technologies," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 10, pp. 679–686, 2020, doi: 10.22214/ijraset.2020.31979.
- [8] C. Lugaresi et al., "MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines," 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1906.08172>
- [9] F. Zhang et al., "MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking," 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2006.10214>
- [10] A. I. Siam, N. F. Soliman, A. D. Algarni, F. E. Abd El-Samie, and A. Sedik, "Deploying Machine Learning Techniques for Human Emotion Detection," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8032673.
- [11] D. Almeida, K. Shmarko, and E. Lomas, "The ethics of facial recognition technologies, surveillance, and accountability in an age of artificial intelligence: a comparative analysis of US, EU, and UK regulatory frameworks," *AI Ethics*, vol. 2, no. 3, pp. 377–387, 2022, doi: 10.1007/s43681-021-00077-w.
- [12] M. Fauziah, "MACHINE LEARNING MIRNA FAUZIAH NIM : 23218302 (Program Studi Magister Teknik Elektro) INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG Februari 2021 ABSTRAK PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI NIM : 23218302 (Program Studi Magister Teknik Elektro)," *Peranc. Dan Implementasi Sist. Deteksi Pergerakan Kepala, Mata Dan Alis Berbas. Mach. Learn.*, vol. 23218302, p. 75, 2021, [Online]. Available: <http://budi.rahardjo.id/files/students/Mirna-Thesis.pdf>
- [13] D. Beras and D. O. Asing, "Implementasi Metode Object Detection Dengan Algoritma Yolo (You Only Look Once) Untuk," vol. 6, no. 2, pp. 28–33, 2023.

- [14] S. Dalve, I. Ramdasi, G. Kothawade, Y. Khadke, and M. Wete, "Real Time Prevention of Driver Fatigue Using Deep Learning and MediaPipe," *Int. J. Innov. Res. Comput. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 7–11, 2023, doi: 10.55524/ijircst.2023.11.3.2.
- [15] S. Hangaragi, T. Singh, and N. Neelima, "Face Detection and Recognition Using Face Mesh and Deep Neural Network," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 218, pp. 741–749, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.054.
- [16] P. D. Arnesia, N. A. Pratama, and F. Sjafrina, "Aplikasi Artificial Intelligence Untuk Mendeteksi Objek Berbasis Web Menggunakan Library Tensorflow Js, React Js Dan Coco Dataset," *JSiI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 62–69, 2022, doi: 10.30656/jsii.v9i1.4243.
- [17] C. Anwar, "Deteksi Objek Berbasis Web Menggunakan Tensorflow Js dan Coco Dataset pada Framework React Js," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 6, pp. 1008–1015, 2022, doi: 10.32672/jnk-ti.v5i6.5464.