COMMUNITY
Jurnal Pengabdian Masyarakat
Vol. 6 No. 3 November 2026, Hal. 171-178 https://doi.org/10.51903/tf9am422

Edukasi Perlindungan Data Biometrik melalui Pengenalan YOLOv12 dan FastSAM bagi Mahasiswa

Kahfi Heryandi Suradiradja[1], Teguh Raharjo*[2], Vergina Sawmitha Adompo[3]
[1]Program Studi Magister Teknik Informatika, Program Pascasarjana, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia
[2,3]Program Studi Teknik Informatika, Program Sarjana, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia
e-mail: dosen03291@unpam.ac.id*
*Corresponding Author

Abstrak

Pemanfaatan pengenalan wajah perlu disertai pemahaman mengenai fungsi aplikasi dan risiko penggunaan data biometrik. Program pengabdian di STIE Hidayatullah Depok bertujuan mendukung literasi biometrik mahasiswa dan mengidentifikasi kebutuhan edukasi lanjutan. Kegiatan berlangsung pada 11 Oktober 2026 pukul 08.00–13.00 WIB melalui pemaparan materi dan diskusi. Evaluasi mencakup 19 respons pre-test dan 17 respons post-test, masing-masing berisi lima pertanyaan berbobot 20 poin, dengan 15 responden yang dapat dicocokkan. Analisis menggunakan pemeriksaan skor, statistik deskriptif, dan ketepatan jawaban per butir. Rata-rata pre-test sebesar 89,47 ± 18,10 dan post-test 77,65 ± 19,85 disajikan terpisah karena isi instrumen berbeda. Capaian post-test meliputi label tidak dikenal 100,00%, FastSAM 94,12%, embedding 76,47%, YOLOv12 64,71%, dan liveness 52,94%. Empat dari 12 respons bernilai 80–100 masih salah pada liveness. Hasil menyediakan dasar penentuan prioritas materi bagi mahasiswa mitra. Ketercapaian yang dapat dinilai terbatas pada penguasaan butir dan pemetaan kebutuhan pembelajaran. Peningkatan pengetahuan, perubahan perilaku, dan keterampilan praktik belum dapat disimpulkan. Tindak lanjut yang diusulkan adalah penguatan liveness dan fungsi deteksi, disertai instrumen setara untuk evaluasi berikutnya.

Kata kunci*: data biometrik, pengabdian masyarakat, pengenalan wajah, YOLOv12, FastSAM, liveness*

Abstract

Face recognition requires an understanding of application functions and biometric data risks. This community service program at STIE Hidayatullah Depok aimed to support students' biometric literacy and identify further educational needs. The activity took place on October 11, 2026, from 08:00 to 13:00 Western Indonesian Time through presentations and discussion. Evaluation covered 19 pre-test and 17 post-test responses, each containing five questions worth 20 points, with 15 matched respondents. Analysis comprised score verification, descriptive statistics, and item-level response accuracy. Mean scores were 89.47 ± 18.10 and 77.65 ± 19.85, respectively, and were reported separately because the instruments assessed different content. Post-test accuracy reached 100.00% for unknown-label interpretation, 94.12% for FastSAM, 76.47% for embeddings, 64.71% for YOLOv12, and 52.94% for liveness. Four of the 12 responses scoring 80–100 still answered the liveness question incorrectly. These findings provide a basis for prioritizing content for students at the partner institution. Assessable outcomes are limited to item-level knowledge and identified learning needs. Knowledge improvement, behavioral change, and practical skills cannot yet be established. Proposed follow-up focuses on liveness and detection functions, supported by equivalent instruments for future evaluation.

Keywords*: biometric data, community service, face recognition, YOLOv12, FastSAM, liveness*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kecerdasan buatan dalam layanan sehari-hari menuntut kemampuan masyarakat memahami keluaran teknologi dan konsekuensi penggunaannya. Dalam konteks pengenalan wajah, tampilan kotak deteksi atau nama pada layar dapat membentuk kesan bahwa sistem telah memahami identitas seseorang secara pasti. Padahal, pengguna perlu membedakan proses teknis yang menghasilkan tampilan tersebut dan mempertimbangkan risiko penggunaan data wajah. Literasi kecerdasan buatan mencakup kemampuan menilai teknologi secara kritis,

bukan sekadar mengoperasikan aplikasi, sebagaimana dibahas dalam kerangka kompetensi literasi AI [1].

Landasan edukasi juga perlu mencakup pengetahuan, penerapan, evaluasi, dan persoalan etis. Kajian konseptual literasi AI menempatkan dimensi tersebut sebagai aspek yang saling melengkapi [2]. Kajian pada pendidikan tinggi dan pendidikan orang dewasa memperlihatkan kebutuhan pengembangan literasi AI bagi pengguna di luar kelompok ahli komputasi [3]. Implikasinya bagi pengabdian adalah perlunya menjelaskan mekanisme aplikasi dengan bahasa yang dapat diikuti khalayak sasaran. Demonstrasi dapat ditempatkan sebagai sarana membicarakan proses pengolahan data, sementara evaluasi digunakan untuk menemukan konsep yang masih sulit dipahami.

Peserta kegiatan adalah mahasiswa STIE Hidayatullah Depok. Data evaluasi mencakup 19 respons pre-test, yaitu 18 isian program studi Manajemen dan satu TI, serta 17 respons post-test yang seluruhnya menyebut Manajemen setelah normalisasi ejaan. Komposisi isian tersebut perlu dibedakan dari identitas mitra dan jumlah kehadiran resmi. Penyampaian materi karena itu perlu mengakomodasi latar pengetahuan yang beragam dan tidak mengandaikan pengalaman pemrograman. Data umur, semester, serta pengalaman penggunaan biometrik tidak dikumpulkan dalam instrumen yang dianalisis.

Teknologi yang dipilih dalam proposal mencakup YOLO dan FastSAM sebagai media penjelasan visi komputer. Instrumen post-test secara khusus menyebut YOLOv12. Penelitian YOLOv12 membahas detektor objek dengan rancangan berpusat pada mekanisme perhatian [4], sedangkan FastSAM mengembangkan pendekatan segmentasi melalui pembangkitan segmen dan pemilihan berbasis prompt [5]. Bagi peserta, pemisahan fungsi deteksi dan segmentasi dapat digunakan untuk memahami bahwa menemukan lokasi objek dan memisahkan wilayah piksel memiliki keluaran yang berbeda. Pemilihan kedua teknologi pada program ini merupakan strategi penyampaian konsep, bukan pengajuan metode deteksi atau segmentasi baru.

Pengenalan identitas memerlukan representasi fitur dan pencocokan dengan data referensi. Penelitian pengenalan wajah berbasis *embedding*, seperti *ArcFace*, memberi contoh bahwa pemisahan identitas dipelajari pada ruang fitur [6]. Namun, ketepatan pencocokan identitas tidak serta-merta menunjukkan ketahanan terhadap penyajian foto atau rekaman. Kajian *face anti-spoofing* membahas perlindungan terhadap *presentation attack* sebagai persoalan tersendiri pada sistem pengenalan wajah [7]. Dua konsep ini relevan untuk edukasi karena pengguna dapat menganggap wajah yang berhasil diberi label sebagai bukti kehadiran orang asli. Artikel ini menggunakan ArcFace hanya sebagai rujukan konseptual, tanpa mengasumsikan bahwa model tersebut digunakan dalam aplikasi kegiatan.

Pembahasan tanggung jawab penggunaan sistem juga perlu menghindari anggapan bahwa hasil algoritma berlaku sama dalam semua konteks. Penelitian Gender Shades menunjukkan ketimpangan kinerja antar kelompok pada tugas klasifikasi gender otomatis, yang berbeda dari identifikasi wajah [8]. Kerangka sumber kerugian sepanjang siklus pembelajaran mesin turut mengingatkan bahwa persoalan dapat muncul pada pengumpulan data, pengembangan, dan penerapan [9]. Rujukan tersebut mendasari perlunya materi kritis mengenai keluaran aplikasi. Program ini tidak melakukan audit bias, sehingga tidak menghasilkan kesimpulan empiris mengenai keadilan model yang didemonstrasikan.

Permasalahan kegiatan adalah kebutuhan mahasiswa memahami alur pengenalan wajah dan risiko penggunaan data biometrik, serta kebutuhan mitra menentukan materi edukasi yang

perlu diperkuat. Tujuan artikel adalah mendeskripsikan capaian pengetahuan pada instrumen kegiatan dan menerjemahkan hasilnya menjadi prioritas edukasi lanjutan. Dengan cakupan bukti yang tersedia, kontribusi pengabdian dinilai melalui pemetaan kebutuhan pembelajaran. Ketepatan menjawab soal tidak diperlakukan sebagai bukti perubahan perilaku, keterampilan praktik, atau dampak jangka panjang.

2. METODE

2.1 Tempat waktu dan pelaksanaan kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada 11 Oktober 2026 pukul 08.00–13.00 WIB di STIE Hidayatullah Depok, dengan durasi keseluruhan lima jam. Peserta yang terlibat adalah mahasiswa dari institusi mitra. Informasi waktu dan bentuk pelaksanaan mengacu pada konfirmasi penyelenggara, sedangkan data evaluasi dan dokumentasi foto digunakan untuk menjelaskan bagian kegiatan yang terekam. Jumlah mahasiswa yang hadir tidak disamakan dengan jumlah pengisi formulir karena daftar hadir resmi tidak menjadi bahan analisis.

Pelaksanaan menggunakan pemaparan materi dan diskusi. Narasumber menyampaikan materi dengan bantuan proyektor, kemudian mahasiswa mengikuti diskusi untuk memperoleh penjelasan atas materi. Durasi lima jam merupakan rentang kegiatan keseluruhan dan tidak dipecah menjadi lama setiap sesi karena catatan waktu per sesi tidak tersedia. Bentuk keterlibatan peserta dilaporkan sebagai mengikuti pemaparan, diskusi, dan pengisian instrumen evaluasi; kegiatan tidak dilaporkan sebagai pelatihan praktik langsung oleh mahasiswa.

Materi pemaparan yang terdokumentasi mencakup contoh citra wajah dan sumber data untuk pengenalan wajah. Slide yang tampak dalam foto menjelaskan data primer dalam kaitannya dengan variasi pencahayaan dan sudut pandang, serta contoh dataset publik dari Kaggle untuk memperkaya variasi wajah. Contoh visual tersebut menjadi konteks pembahasan pengolahan data biometrik. Instrumen evaluasi selanjutnya mencakup deteksi wajah menggunakan YOLOv12, segmentasi menggunakan FastSAM, embedding, label tidak dikenal, dan liveness. Cakupan pertanyaan digunakan untuk memetakan penguasaan konsep, bukan untuk mengukur akurasi atau ketahanan aplikasi.

Keterlibatan mahasiswa berlangsung melalui penyimakan pemaparan dan diskusi. Dalam bentuk kegiatan ini, interaksi dengan khalayak mitra menyediakan ruang klarifikasi mengenai materi pengenalan wajah dan perlindungan data biometrik. Artikel tidak mengatribusikan pertanyaan tertentu, jawaban narasumber, atau kesulitan individual karena transkrip diskusi tidak tersedia. Penilaian partisipasi dengan demikian dibatasi pada bentuk keterlibatan yang dikonfirmasi penyelenggara, tanpa memberikan skor keaktifan atau menyatakan seluruh peserta telah menguasai keterampilan operasional.

Pengisian instrumen menghasilkan 19 respons pre-test dan 17 respons post-test. Bukti tersebut digunakan untuk membahas pengetahuan responden secara deskriptif. Foto pemaparan melengkapi bukti pelaksanaan, sedangkan penguasaan keterampilan mengoperasikan aplikasi tidak dinilai melalui rubrik praktik. Pemisahan sumber bukti ini menjaga agar dokumentasi kegiatan, bentuk partisipasi, dan hasil pengetahuan tidak diperlakukan sebagai ukuran yang sama.

2.2 Instrumen dan pengolahan data

Masing-masing instrumen berisi lima pertanyaan pilihan ganda. Jawaban benar memperoleh skor 20 dan salah 0, dengan total maksimum 100. Pre-test mengukur pengertian pengenalan wajah, perbedaan deteksi dan pengenalan, perlindungan foto, kondisi citra, serta persetujuan sebelum pendaftaran. Post-test mengukur fungsi YOLOv12, FastSAM, embedding melalui komponen yang disebut *FaceLab*, label tidak dikenal, dan liveness. Kesamaan jumlah serta bobot soal tidak membuktikan kesetaraan isi atau tingkat kesulitan kedua instrumen.

Total skor diperiksa terhadap jumlah lima skor butir. Seluruh 36 respons konsisten secara aritmetis. Nama dinormalisasi dengan menghapus spasi berlebih dan menyamakan kapitalisasi, tanpa menebak kesamaan ejaan. Terdapat 15 nama cocok, empat hanya pada pre-test, dan dua hanya pada post-test. Penyajian artikel menggunakan data agregat tanpa nama responden. FaceLab dipertahankan sebagai istilah pada instrumen; nama model embedding dan konfigurasi perangkat tidak disimpulkan dari istilah tersebut.

Analisis menggunakan rata-rata, simpangan baku sampel, median, rentang skor, dan persentase jawaban benar per butir. Persentase menggunakan jumlah respons pada instrumen masing-masing sebagai penyebut. Statistik pre-test dan post-test dilaporkan terpisah. Selisih skor, termasuk pada responden yang cocok, tidak ditafsirkan sebagai perubahan kemampuan. Uji signifikansi perubahan dan N-gain tidak digunakan. Kehati-hatian terhadap pemilihan ukuran perubahan juga dibahas dalam penelitian evaluasi pembelajaran [10].

2.3 Indikator ketercapaian yang dapat dinilai

Tujuan pengetahuan dioperasionalkan sebagai proporsi jawaban benar pada setiap konsep yang ditanyakan. Tujuan pemetaan kebutuhan dioperasionalkan sebagai identifikasi materi dengan proporsi benar terendah dan penerjemahannya menjadi prioritas tindak lanjut. Tidak tersedia ambang keberhasilan yang ditetapkan sebelum kegiatan untuk masing-masing butir, sehingga capaian dilaporkan sebagai tingkat penguasaan soal dan tidak diberi label lulus atau berhasil. Sasaran perubahan pengetahuan, perilaku, dan keterampilan praktik memerlukan instrumen tambahan atau instrumen setara. Target kenaikan pengetahuan 25% dalam proposal tetap dicatat sebagai target awal yang belum dapat diverifikasi. Perbedaan isi tes menghalangi perbandingan langsung. Selain itu, kenaikan relatif 25% dari rata-rata awal aktual akan memerlukan skor 111,84, melampaui maksimum 100. Target tersebut tidak diganti setelah hasil diketahui; perbaikannya menjadi rekomendasi bagi rancangan evaluasi berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelaksanaan dan bukti kegiatan

Pemaparan dan diskusi berlangsung dalam rentang 08.00–13.00 WIB pada 11 Oktober 2026. Gambar 1 mendokumentasikan narasumber saat menyampaikan materi dengan bantuan proyektor. Pada layar terlihat pembahasan sumber dataset dan contoh citra wajah. Dokumentasi ini memperlihatkan penggunaan materi visual dalam pelaksanaan edukasi dan memberi konteks terhadap konsep data biometrik yang dibahas. Foto tidak digunakan untuk menyimpulkan ketepatan jawaban, tingkat keaktifan mahasiswa, atau peningkatan kemampuan. Data evaluasi mencatat pengiriman pre-test pukul 10.45.59–10.52.03 WIB dan post-test pukul 10.54.32–10.57.48 WIB pada tanggal yang sama. Cap waktu tersebut berada dalam rentang kegiatan, tetapi hanya menunjukkan saat pengiriman formulir dan tidak menetapkan durasi pemaparan maupun diskusi. Keterlibatan mahasiswa berupa pemaparan dan diskusi mengarahkan pelaporan hasil pada pemahaman konsep. Kegiatan tidak menghasilkan data observasi yang dapat membuktikan keterampilan praktik atau perubahan perilaku.



Gambar 1. Pemaparan sumber dataset dan contoh citra wajah dalam kegiatan edukasi (Sumber: dokumentasi penyelenggara, 11 Oktober 2026).

3.2 Gambaran pengetahuan responden

Ringkasan pada Tabel 1 mempertahankan statistik tiap instrumen secara terpisah. Rata-rata pre-test 89,47 dan post-test 77,65 menggambarkan jawaban pada dua cakupan materi yang berbeda. Angka tersebut tidak menjadi ukuran efektivitas program. Lima belas nama yang cocok membantu keterlacakan kelompok, tetapi tidak menyelesaikan persoalan kesetaraan alat ukur. Perbedaan jumlah respons juga tidak digunakan untuk menyimpulkan peserta meninggalkan kegiatan.

Tabel 1. Ringkasan skor pada dua instrumen yang berbeda

Indikator	**Pre-test**	**Post-test**
Jumlah respons keseluruhan	19	17
Jumlah skor keseluruhan	1.700	1.320
Rata-rata keseluruhan	89,47	77,65
Simpangan baku sampel	18,10	19,85
Median	100	80
Rentang skor	40–100	40–100
Jumlah responden yang cocok	15	15
Rata-rata kelompok yang cocok	88,00	80,00

Tabel 2. Capaian konsep awal pada pre-test

Butir	**Pokok yang diukur**	**Benar**	**Persentase**
P1	Pengertian pengenalan wajah	18/19	94,74%
P2	Perbedaan deteksi dan pengenalan	16/19	84,21%
P3	Alasan perlindungan foto wajah	15/19	78,95%
P4	Kondisi citra yang mendukung pengenalan	18/19	94,74%
P5	Persetujuan sebelum pendaftaran wajah	18/19	94,74%

Pada pre-test, 13 dari 19 respons memperoleh skor maksimum. Kondisi ini menunjukkan ruang kenaikan skor awal yang terbatas, tanpa membuktikan penguasaan seluruh kompetensi

biometrik. Capaian terendah terdapat pada alasan perlindungan foto wajah, yaitu 15/19 atau 78,95% (Tabel 2). Materi tindak lanjut perlu menghubungkan data wajah dengan identitas dan tujuan pemrosesannya. Jawaban benar mengenai persetujuan tidak menggantikan bukti bahwa prosedur persetujuan benar-benar diterapkan.

Pada post-test, interpretasi label tidak dikenal dijawab benar oleh seluruh 17 responden, disusul peran FastSAM oleh 16 responden. Fungsi YOLOv12 dijawab benar oleh 11 responden dan embedding oleh 13 responden (Tabel 3). Temuan tersebut menunjukkan bagian penjelasan aplikasi yang lebih banyak dan lebih sedikit dipahami pada soal yang diberikan. Persentase ini tidak menyatakan akurasi pengenalan wajah atau kualitas segmentasi aplikasi.

Tabel 3. Capaian materi aplikasi pada post-test

Butir	Pokok yang diukur	Benar	Persentase
A1	Fungsi YOLOv12 dalam deteksi wajah	11/17	64,71%
A2	Peran FastSAM dalam segmentasi	16/17	94,12%
A3	Embedding melalui komponen FaceLab	13/17	76,47%
A4	Interpretasi label tidak dikenal	17/17	100,00%
A5	Kebutuhan liveness atau anti-spoofing	9/17	52,94%

3.4 Ketercapaian tujuan dan manfaat bagi mahasiswa mitra

Tabel 4 membedakan hasil yang dapat dinilai dari hasil yang belum terukur. Tanpa ambang keberhasilan per butir dan instrumen setara, ketepatan jawaban tidak disamakan dengan dampak edukasi. Keluaran yang didukung data adalah peta penguasaan konsep serta identifikasi kebutuhan materi. Peta tersebut dapat digunakan mitra untuk merencanakan pengulangan yang lebih terarah, tetapi penerimaan atau penerapan rekomendasi oleh mitra belum diklaim sebagai hasil kegiatan.

Tabel 4. Ketercapaian tujuan berdasarkan bukti yang tersedia

Sasaran	Indikator dan hasil yang tersedia	Batas penilaian
Pemahaman alur aplikasi	YOLOv12 11/17; FastSAM 16/17; embedding 13/17; label tidak dikenal 17/17	Capaian butir, tanpa ambang keberhasilan yang ditetapkan sebelumnya
Pemahaman risiko penyajian foto	Liveness 9/17; delapan respons belum sesuai kunci	Pemahaman skenario, bukan uji keterampilan atau keamanan aplikasi
Pemetaan kebutuhan edukasi	Liveness dan fungsi deteksi menjadi dua prioritas penguatan	Hasil analisis menyediakan arah materi; penerapan tindak lanjut belum dinilai
Peningkatan pengetahuan dan perubahan perilaku	Belum tersedia instrumen setara dan pengukuran perilaku	Belum dapat dinilai dari data kegiatan

Manfaat praktis bagi mahasiswa terletak pada tersedianya arah pembelajaran yang lebih spesifik. Pembahasan liveness dapat membantu membedakan pengenalan identitas dari keamanan autentikasi, sementara pengulangan fungsi YOLOv12 dapat memperjelas perbedaan detektor dan basis data identitas. Dalam kerangka literasi AI, penilaian kritis atas batas teknologi merupakan bagian penting dari kompetensi pengguna [1], [2]. Manfaat tersebut merupakan kegunaan yang dituju melalui tindak lanjut berbasis hasil evaluasi, bukan bukti bahwa perilaku peserta telah berubah.

Untuk mitra, hasil per butir dapat menjadi bahan penyusunan sesi penguatan dan studi kasus. Rencana tindak lanjut mencakup penjelasan terpisah keluaran deteksi, segmentasi dan embedding; diskusi risiko foto; serta pertanyaan alasan singkat agar peserta menjelaskan dasar jawabannya. Pada pertemuan berikutnya, mitra dapat menggunakan kisi-kisi tetap dan kode

peserta yang konsisten. Rubrik praktik diperlukan untuk menilai kemampuan membaca keluaran aplikasi, sedangkan dokumen persetujuan dan catatan penghapusan diperlukan untuk menilai pelaksanaan prosedur data. Rencana ini belum dinyatakan telah direalisasikan.

3.5 Keterbatasan evaluasi

Evaluasi menggunakan kelompok kecil pengisi formulir yang tidak dipilih secara acak, dengan dua instrumen yang berbeda isi dan belum dilengkapi bukti validitas, reliabilitas, atau penyetaraan. Pencocokan nama juga dapat kehilangan pasangan akibat variasi ejaan. Data belum mengukur retensi, kepuasan, keterampilan praktik, atau perubahan perilaku. Dokumentasi foto mendukung uraian pemaparan, sedangkan catatan durasi tiap sesi, transkrip diskusi, dan daftar hadir terverifikasi tidak menjadi sumber analisis. Oleh karena itu, hasil paling tepat digunakan sebagai dasar pengembangan edukasi setempat. Evaluasi lanjutan perlu menilai apakah tindak lanjut menghasilkan perubahan pada indikator yang sama.

4. KESIMPULAN

Evaluasi program menyediakan peta penguasaan konsep biometrik berdasarkan 19 respons pre-test dan 17 respons post-test, dengan 15 nama yang cocok. Pada post-test, interpretasi label tidak dikenal dan FastSAM memperoleh jawaban benar terbanyak, sedangkan liveness 52,94% dan fungsi YOLOv12 64,71% menjadi prioritas penguatan. Empat dari 12 respons bernilai 80–100 masih salah pada liveness, sehingga total skor perlu dilengkapi pembacaan per indikator. Ketercapaian yang dapat dipertanggungjawabkan melalui data ini adalah pengukuran capaian butir dan pemetaan kebutuhan edukasi. Peningkatan pengetahuan maupun dampak perilaku belum dapat dibuktikan karena isi tes berbeda dan tidak tersedia pengukuran lanjutan. Manfaat hasil bagi mahasiswa mitra adalah dasar penyusunan materi penguatan yang lebih terarah. Kegiatan berikutnya perlu menguji tindak lanjut tersebut melalui instrumen setara, kode peserta tetap, dan penilaian praktik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada mitra STIE Hidayatullah Depok dan responden yang mendukung evaluasi kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Long and B. Magerko, “What is AI literacy? Competencies and design considerations,” in Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2020, pp. 1–16, doi: 10.1145/3313831.3376727.

[2] D. T. K. Ng, J. K. L. Leung, S. K. W. Chu, and M. S. Qiao, “Conceptualizing AI literacy: An exploratory review,” Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 2, Art. no. 100041, 2021, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100041.

[3] M. C. Laupichler, A. Aster, J. Schirch, and T. Raupach, “Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review,” Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 3, Art. no. 100101, 2022, doi: 10.1016/j.caeai.2022.100101.

[4] Y. Tian, Q. Ye, and D. Doermann, “YOLOv12: Attention-centric real-time object detectors,” in Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 38, 2025, doi: 10.52202/085713-2627.

[5] X. Zhao, W. Ding, Y. An, Y. Du, T. Yu, M. Li, M. Tang, and J. Wang, “Fast segment anything,” arXiv:2306.12156, 2023, doi: 10.48550/arXiv.2306.12156.

[6] J. Deng, J. Guo, J. Yang, N. Xue, I. Kotsia, and S. Zafeiriou, "ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 44, no. 10, pp. 5962–5979, 2022, doi: 10.1109/TPAMI.2021.3087709.

[7] Z. Yu, Y. Qin, X. Li, C. Zhao, Z. Lei, and G. Zhao, "Deep learning for face anti-spoofing: A survey," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 45, no. 5, pp. 5609–5631, 2023, doi: 10.1109/TPAMI.2022.3215850.

[8] J. Buolamwini and T. Gebru, "Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification," in Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency, Proceedings of Machine Learning Research, vol. 81, 2018, pp. 77–91. [Online]. Available: https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a.html

[9] H. Suresh and J. Guttag, "A framework for understanding sources of harm throughout the machine learning life cycle," in Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization, 2021, doi: 10.1145/3465416.3483305.

[10] J. M. Nissen, R. M. Talbot, A. N. Thompson, and B. Van Dusen, "Comparison of normalized gain and Cohen's d for analyzing gains on concept inventories," Physical Review Physics Education Research, vol. 14, no. 1, Art. no. 010115, 2018, doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010115.