

## Penerapan Teknologi Kecerdasan Buatan: Studi Komparatif Computer Vision Dan Sistem Pakar Di Era Digital

Adellia Nur Annisa<sup>1</sup>, Bagus Tata Abdillah<sup>2</sup>, Muhammad Ridho<sup>3</sup>, Ratu Salsabilah<sup>4</sup>, Dicky Apdilah<sup>5</sup>  
Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Asahan

Email: [adelliaa696@gmail.com](mailto:adelliaa696@gmail.com)<sup>1</sup>, [bagustataabdillah10@gmail.com](mailto:bagustataabdillah10@gmail.com)<sup>2</sup>, [aprimuhammad171@gmail.com](mailto:aprimuhammad171@gmail.com)<sup>3</sup>, [ratusalsabilah56@gmail.com](mailto:ratusalsabilah56@gmail.com)<sup>4</sup>,  
[dicky@nusa.net.id](mailto:dicky@nusa.net.id)<sup>5</sup>

Published: June, 2026

---

### ABSTRACT

*The development of Artificial Intelligence (AI) technology has transformed operational paradigms across various sectors of human life in the 21st century. Among the diverse branches of AI, Computer Vision (CV) and Expert Systems stand as two of the most widely implemented technological pillars, yet they possess starkly contrasting operational characteristics. This study aims to conduct an in-depth comparative analysis regarding the effectiveness, architecture, opportunities, and implementation challenges of both Computer Vision and Expert System technologies in the digital era. The method employed in this research is a comparative Systematic Literature Review (SLR), analyzing secondary data from 16 reliable sources including national journals, international journals, and recent academic modules. The data analysis process focuses on three main dimensions: system architectural methodology, functional efficiency in problem-solving, and the multidimensional impacts on the education, business, security, and user health sectors. The results indicate that Computer Vision excels in processing unstructured data (such as real-time images and videos) based on neural models (Convolutional Neural Network), but demands high computational power and poses a user health risk in the form of Computer Vision Syndrome. On the other hand, Expert Systems excel in declarative knowledge representation based on logical rules (rule-based) for deterministic, structured, and infrastructure-efficient decision-making, though they remain rigid against dynamic data changes. In conclusion, these two technologies are not mutually exclusive but rather complementary; integrating both into a Hybrid AI system represents the future direction for creating autonomous systems that are not only capable of visual perception but also capable of cognitive reasoning.*

**Keywords:** Artificial Intelligence, Computer Vision, Expert System, Comparative Study, Digital Era.

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) telah mengubah paradigma operasional di berbagai sektor kehidupan manusia pada abad ke-21. Di antara berbagai cabang AI, *Computer Vision* (CV) dan Sistem Pakar (*Expert System*) merupakan dua pilar teknologi yang paling banyak diimplementasikan namun memiliki karakteristik operasional yang sangat kontras. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi komparatif mendalam mengenai efektivitas, arsitektur, peluang, serta tantangan implementasi dari teknologi *Computer Vision* dan Sistem Pakar di era digital. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian literatur sistematis (*Systematic Literature Review*) komparatif dengan menganalisis data sekunder dari 16 sumber tepercaya yang mencakup jurnal nasional, jurnal internasional, dan modul akademik terkini. Proses analisis data berfokus pada tiga dimensi utama: metodologi arsitektur sistem, efisiensi fungsional dalam pemecahan masalah, serta dampak multidimensi terhadap sektor pendidikan, bisnis, keamanan, dan kesehatan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Computer Vision* unggul dalam pemrosesan data tidak terstruktur (seperti citra dan *video real-time*) berbasis model saraf (*Convolutional Neural Network*), namun membutuhkan komputasi tinggi dan memiliki risiko kesehatan pengguna berupa *Computer Vision Syndrome*. Di sisi lain, Sistem Pakar unggul dalam representasi pengetahuan deklaratif berbasis aturan logika (*rule-based*) untuk pengambilan keputusan yang deterministik, terstruktur, dan efisien dari segi infrastruktur, namun kaku terhadap perubahan data dinamis. Kesimpulannya, kedua teknologi ini tidak saling meniadakan, melainkan bersifat komplementer; integrasi keduanya menjadi AI hibrida merupakan arah masa depan untuk menciptakan sistem otonom yang tidak hanya mampu melihat secara visual tetapi juga mampu bernalar secara kognitif.

**Kata Kunci:** .

---

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

---

### PENDAHULUAN

Peradaban manusia di era digital saat ini tengah berada dalam pusaran revolusi teknologi yang dikendalikan oleh Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). Sebagai batas baru dalam sains dan

teknologi, AI bukan lagi sekadar wacana teoritis di laboratorium komputer, melainkan instrumen strategis yang mendefinisikan ulang lanskap industri, ekonomi, pendidikan, hingga tata kelola sosial. Pemetaan bibliometrik global menunjukkan bahwa akselerasi riset dan aplikasi AI terus mengalami lonjakan eksponensial dalam tiga dekade terakhir, mengukuhkan posisinya sebagai penggerak utama dalam era otomatisasi global. Transformasi ini menuntut adaptasi radikal terhadap keterampilan manusia di abad ke-21, di mana penguasaan teknologi bukan lagi nilai tambah, melainkan kompetensi dasar yang mutlak diperlukan untuk bertahan dan bersaing.

Dalam spektrum teknologi AI yang luas, terdapat dua cabang utama yang memiliki akar sejarah kuat dan implementasi yang sangat masif, yaitu *Computer Vision* (CV) dan Sistem Pakar (*Expert System*). Kedua teknologi ini merepresentasikan dua pendekatan mendasar yang berbeda dalam cara mesin meniru kecerdasan manusia. *Computer Vision* berfokus pada kemampuan persepsi visual, di mana mesin dilatih untuk mengekstrak, memproses, dan memahami informasi dari citra digital atau video real-time. Menggunakan arsitektur modern seperti *Convolutional Neural Network* (CNN), *Computer Vision* telah merevolusi sistem keamanan cerdas, otomatisasi industri, kontrol kualitas produksi, hingga teknologi medis. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya mengidentifikasi pola tersembunyi dari miliaran piksel data visual yang tidak terstruktur.

Sebaliknya, Sistem Pakar mengadopsi pendekatan kognitif-deduktif yang berfokus pada penalaran dan representasi pengetahuan manusia. Teknologi ini dirancang untuk mengadopsi kepakaran seorang spesialis ke dalam sistem komputer berbasis aturan (*rule-based*) atau logika inferensi, sehingga sistem dapat bertindak sebagai konsultan cerdas yang mampu mengambil keputusan kompleks secara konsisten, cepat, dan transparan. Jika *Computer Vision* bertindak sebagai "mata" yang menangkap realitas visual, maka Sistem Pakar bertindak sebagai "otak analitis" yang memproses penalaran logis berdasarkan basis pengetahuan yang terstruktur. Di era digital, Sistem Pakar memegang peranan krusial dalam diagnosis medis, analisis risiko keuangan, strategi bisnis, hingga optimasi operasional perusahaan.

Meskipun keduanya memiliki kontribusi yang sangat signifikan, literatur ilmiah saat ini sering kali membahas kedua teknologi ini secara terpisah atau parsial. Terdapat celah riset (*research gap*) yang nyata dalam memahami bagaimana karakteristik komparatif kedua teknologi ini ketika dihadapkan pada dinamika era digital yang menuntut efisiensi tinggi, skalabilitas, dan adaptabilitas. Di satu sisi, ekspansi ugul-ugulan dari pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan, termasuk platform generatif dan sistem cerdas lainnya, memicu perdebatan serius dari sudut pandang moral, etika, dan kesiapan psikososial penggunaannya. Di sisi lain, adopsi teknologi berbasis layar visual secara intensif, seperti pada sistem pemantauan *Computer Vision*, mulai memunculkan risiko kesehatan fisik yang nyata bagi para operator dan mahasiswa, salah satunya adalah *Computer Vision Syndrome* (CVS) yang menurunkan produktivitas kerja.

Selain tantangan kesehatan dan moral, tantangan implementasi praktis juga membayangi dunia bisnis dan pendidikan. Di sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) serta korporasi besar, transisi menuju sistem pengambilan keputusan berbasis AI sering kali terbentur oleh tingginya biaya infrastruktur komputasi untuk model visual atau rigiditas sistem logika konvensional. Pendidik di berbagai institusi juga menghadapi dilema serupa; mereka dituntut untuk memanfaatkan teknologi AI dalam pembelajaran generasi Z, namun dihantui oleh keterbatasan pemahaman teknis terhadap arsitektur sistem cerdas tersebut.

Oleh karena itu, penelitian yang tertuang dalam makalah ini menjadi sangat krusial. Melalui pendekatan studi komparatif, penelitian ini bertujuan untuk membedah secara radikal perbedaan arsitektur, fungsionalitas, efisiensi, serta implikasi multidimensi dari *Computer Vision* dan Sistem Pakar. Dengan memahami kekuatan dan kelemahan laten dari masing-masing teknologi, para pemangku kebijakan di bidang teknologi, pelaku industri, pendidik, dan peneliti dapat merumuskan strategi integrasi yang tepat. Makalah ini akan menyajikan analisis komprehensif yang membandingkan performa teknis kedua sistem, menganalisis dampak nyata implementasinya di berbagai sektor, serta memberikan rekomendasi visioner mengenai pengembangan AI hibrida yang menggabungkan persepsi visual dan penalaran pakar demi mewujudkan otomatisasi cerdas yang humanis di era digital.

## METODE PENELITIAN

### Partisipan Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini tidak melibatkan manusia secara langsung sebagai subjek uji klinis, melainkan menggunakan pendekatan Kajian Literatur Sistematis (*Systematic Literature Review* / SLR). Sumber data primer dalam penelitian ini dinamakan sebagai "Partisipan Literatur," yang terdiri dari 16 dokumen ilmiah terpilih yang mencakup artikel jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional bereputasi, serta modul akademik institusi. Kriteria inklusi untuk pemilihan literatur ini adalah:

1. Artikel yang membahas arsitektur teknis dan penerapan *Computer Vision* (khususnya berbasis CNN).
2. Artikel dan modul yang mengulas teori dasar, mesin inferensi, dan implementasi Sistem Pakar.
3. Publikasi yang mengkaji dampak multidimensi AI terhadap sektor pendidikan abad 21, bisnis, rekrutmen, dan komunikasi publik.
4. Artikel medis yang membahas dampak fisik langsung penggunaan perangkat berbasis komputer (*Computer Vision Syndrome*).

### Organisasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui empat tahapan organisasi yang terstruktur secara ketat guna menjamin validitas hasil komparasi:

1. Tahap Identifikasi & Pengumpulan: Mengumpulkan 16 sumber data literatur sesuai dengan kluster topik (AI Pendidikan, AI Bisnis, Sistem Visual, dan Sistem Pakar).
2. Tahap Penyaringan (*Screening*): Mengekstraksi parameter komparatif dari setiap dokumen, seperti jenis algoritma yang digunakan, kebutuhan komputasi, kelebihan sistem, kelemahan sistem, serta dampak sosial-ekonomi yang ditimbulkan.
3. Tahap Kategorisasi Temuan: Memisahkan data ke dalam dua matriks utama: matriks fungsionalitas teknis *Computer Vision* vs. Sistem Pakar, dan matriks dampak implementasi praktis di era digital.
4. Tahap Sintesis Komparatif: Melakukan analisis lintas-dokumen (*cross-document analysis*) untuk memetakan titik temu (*convergence*) dan titik beda (*divergence*) dari kedua teknologi cerdas tersebut.

### Analisis Penelitian

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Content Analysis* (Analisis Isi) yang dipadukan dengan teknik deskriptif-komparatif. Peneliti menguji teori arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terdapat dalam literatur *Computer Vision* dan mengontraskannya dengan teori forward/backward chaining serta basis pengetahuan (*knowledge base*) yang menjadi fondasi Sistem Pakar. Selanjutnya, dilakukan analisis dampak dengan mengorelasikan efisiensi bisnis/UMKM, tantangan moral pendidikan, serta risiko kesehatan fisik (CVS) yang ditemukan dari kumpulan literatur. Hasil sintesis ini kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan deduktif mengenai posisi strategis kedua teknologi di era digital.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbandingan Arsitektur Teknis dan Metodologi Kedalaman Sistem

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap literatur yang dikumpulkan, dimensi teknis antara *Computer Vision* dan Sistem Pakar menunjukkan perbedaan paradigma yang sangat fundamental dalam cara mesin memproses informasi dan menghasilkan keputusan. Pada teknologi *Computer Vision modern*, arsitektur utamanya didominasi oleh penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN). Pendekatan ini sepenuhnya berbasis pada data (*data-driven*) dan analisis statistik probabilitas tingkat tinggi. Proses diawali ketika lapisan masukan menerima data visual tidak terstruktur berupa matriks piksel citra digital. Melalui lapisan konvolusi, sistem mengaplikasikan berbagai filter matematis secara otomatis untuk mengekstrak fitur-fitur primitif seperti garis, sudut, warna, dan tekstur objek tanpa intervensi manual dari manusia. Proses ini dilanjutkan dengan reduksi dimensi pada lapisan penyusutan (*pooling layer*) untuk menghemat memori komputasi sebelum akhirnya diklasifikasikan pada *fully connected layer*. Kekuatan utama dari arsitektur CNN ini adalah kemampuannya untuk terus meningkatkan akurasi seiring dengan bertambahnya volume data latih (*big data*) yang dimasukkan ke dalam sistem. Namun, kompleksitas arsitektur ini menjadikannya sebuah sistem yang bersifat "kotak hitam" (*black box*), di

mana alur penalaran internal komputer sangat sulit dilacak atau dijelaskan secara matematis sederhana oleh manusia.

Sangat kontras dengan *Computer Vision*, Sistem Pakar mengadopsi arsitektur berbasis pengetahuan (*knowledge-driven*) yang bersumber langsung dari artikulasi keahlian pakar manusia. Struktur dasarnya tidak mengandalkan ekstraksi fitur visual otomatis, melainkan bertumpu pada interaksi antara Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*) dan Mesin Inferensi (*Inference Engine*). Basis pengetahuan bertugas menyimpan kumpulan fakta serta aturan-aturan logis yang umumnya direpresentasikan dalam format implikasi formal *IF-THEN* (JIKA-MAKA). Sementara itu, mesin inferensi bertindak sebagai pengendali penalaran yang mencocokkan kondisi nyata pengguna dengan aturan baku yang tersedia. Proses penalaran ini dilakukan melalui dua metode, yaitu *Forward Chaining* yang bergerak maju dari sekumpulan fakta untuk menemukan kesimpulan akhir, atau *Backward Chaining* yang bergerak mundur dari sebuah hipotesis untuk mencari bukti-bukti pendukungnya. Karakteristik utama arsitektur Sistem Pakar adalah sifatnya yang deterministik dan transparan; setiap keputusan yang dikeluarkan oleh sistem dapat dirunut kembali alur logikanya secara logis melalui fasilitas penjelasan (*explanation facility*). Sifat ini memberikan tingkat akuntabilitas yang sangat tinggi, sesuatu yang tidak dimiliki oleh model probabilitas murni seperti CNN.

### **Efisiensi Fungsional dalam Pemecahan Masalah Kontekstual**

Dalam ranah fungsionalitas praktis di era digital, efisiensi kedua teknologi ini sangat bergantung pada karakteristik masalah yang dihadapi di lapangan. *Computer Vision* menunjukkan efisiensi yang luar biasa tinggi ketika diimplementasikan pada skenario yang membutuhkan pemantauan visual, pengenalan objek, dan otomatisasi fisik secara instan. Dalam sistem keamanan berbasis kecerdasan buatan dan robotika, kemampuan *Computer Vision* untuk memproses aliran *video real-time* berkecepatan tinggi memungkinkannya mendeteksi ancaman keamanan, melacak pergerakan mencurigakan, atau mengidentifikasi wajah secara otomatis tanpa jeda waktu yang berarti. Tugas-tugas pengenalan pola spasial berskala besar seperti ini tidak mungkin diselesaikan secara efisien oleh Sistem Pakar, karena Sistem Pakar membutuhkan data yang sudah terstruktur dengan baik dan tidak memiliki kemampuan alami untuk menerjemahkan jutaan piksel warna menjadi keputusan logis secara langsung tanpa bantuan sub-sistem sensorik lain.

Namun, ketika konteks masalah bergeser pada area pengambilan keputusan strategis, manajerial, atau diagnosis yang memerlukan penalaran deduktif yang rumit, Sistem Pakar terbukti jauh lebih unggul dan efisien daripada *Computer Vision*. Pada sektor manajemen bisnis, sistem rekrutmen pegawai, hingga analisis kinerja operasional Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), Sistem Pakar mampu mengevaluasi data kualitatif dan kuantitatif secara cepat menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan oleh regulasi perusahaan. Sistem Pakar menghemat banyak waktu dan biaya infrastruktur karena tidak menuntut pelatihan model berskala besar yang memakan waktu lama dan membutuhkan perangkat keras berspesifikasi tinggi seperti kartu grafis (GPU) berkapasitas besar yang wajib ada pada proses pelatihan *Computer Vision*. Keputusan yang dihasilkan oleh Sistem Pakar bersifat mutlak dan konsisten selama aturan di dalam basis pengetahuannya tidak berubah, sehingga meminimalkan bias manusia dalam prosedur manajerial.

### **Implikasi Multidimensi Penerapan AI di Berbagai Sektor**

Eksplorasi terhadap 16 sumber referensi memperlihatkan bahwa penyebaran implikasi dari kedua teknologi cerdas ini telah menyentuh berbagai sendi kehidupan secara mendalam, baik berupa dampak positif terhadap produktivitas maupun tantangan baru yang harus diwaspadai. Di sektor ekonomi dan tata kelola bisnis, integrasi kecerdasan buatan terbukti menjadi pilar strategi yang krusial bagi pengambilan keputusan di era digital. Pada skala usaha mikro, teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi operasional, mereduksi biaya produksi, serta membuka peluang pengembangan UMKM yang lebih adaptif terhadap dinamika pasar. Di tingkat korporasi, efektivitas AI terlihat nyata pada sistem rekrutmen pegawai. Dengan memanfaatkan kajian literatur sistematis, otomatisasi penyaringan berkas pelamar kerja mampu menghilangkan faktor subjektivitas, menghemat waktu bagian sumber daya manusia, serta menjamin keadilan seleksi berdasarkan kompetensi yang terukur. Di samping itu, kapasitas komunikasi publik organisasi menjadi lebih responsif dan terarah berkat kemampuan kecerdasan buatan dalam memproses dan menganalisis sentimen audiens secara massal.

Pada sektor pendidikan abad ke-21, kehadiran kecerdasan buatan memicu transformasi radikal sekaligus disruptif terhadap metode pembelajaran konvensional. Pemanfaatan media pembelajaran cerdas berbasis AI memberikan peluang besar bagi personalisasi materi pendidikan yang sesuai dengan karakteristik Generasi Z, sehingga proses transfer ilmu pengetahuan menjadi lebih dinamis dan interaktif. Kendati demikian, tantangan moral dan etika muncul sebagai konsekuensi negatif yang signifikan. Ketergantungan yang berlebihan pada teknologi kecerdasan buatan, seperti alat bantu berbasis ChatGPT, berpotensi menurunkan kemampuan berpikir kritis siswa, mengikis nilai-nilai kemandirian, dan memicu krisis moral terkait orisinalitas serta plagiarisme akademis jika tidak dibarengi dengan pengawasan pendidik yang ketat.

Lebih jauh lagi, implementasi teknologi kecerdasan buatan di era digital memicu dampak klinis yang nyata terhadap kesehatan fisik para penggunanya. Pengoperasian sistem pemantauan berbasis *Computer Vision* yang menuntut operator menatap layar monitor secara terus-menerus, serta aktivitas akademis mahasiswa yang terikat pada perangkat digital dalam durasi yang panjang, memicu peningkatan kasus *Computer Vision Syndrome* (CVS). Berdasarkan studi epidemiologi pada mahasiswa kedokteran, paparan layar komputer yang melampaui batas aman secara konsisten berkorelasi langsung dengan timbulnya gangguan kesehatan mata dan fisik. Gejala CVS ini manifestasinya meliputi mata lelah, pandangan kabur, mata kering akibat penurunan frekuensi berkedip, sakit kepala, hingga nyeri muskuloskeletal pada area leher dan bahu akibat posisi duduk yang tidak ergonomis. Hal ini menegaskan bahwa otomatisasi cerdas tidak hanya membawa efisiensi, tetapi juga membawa risiko kesehatan fisik serius yang memerlukan perhatian regulatif.

### **Analisis Sintesis Penggabungan Menuju AI Hibrida**

Melalui analisis mendalam terhadap kekuatan dan kelemahan laten dari masing-masing sistem, penelitian ini menemukan bahwa jalan keluar terbaik dari keterbatasan mekanis kedua teknologi tersebut adalah melalui pengembangan Sistem AI Hibrida (*Hybrid AI System*). Karakteristik *Computer Vision* yang unggul dalam persepsi visual namun lemah dalam hal interpretasi logis dan akuntabilitas keputusan, dapat ditutupi secara sempurna oleh karakteristik Sistem Pakar yang sangat kuat dalam penalaran aturan formal namun buta terhadap input visual langsung.

Dalam model integrasi hibrida yang ideal, *Computer Vision* diposisikan sebagai subsistem persepsi visual garis depan yang bertugas menangkap data mentah dari dunia nyata, mengekstrak pola visual menggunakan model CNN, dan menerjemahkannya ke dalam bentuk label identifikasi objek yang konkret. Selanjutnya, output visual terstruktur ini tidak langsung dijadikan keputusan akhir, melainkan diteruskan ke dalam mesin inferensi milik Sistem Pakar. Sistem Pakar kemudian memproses label objek tersebut menggunakan basis pengetahuan yang berisi aturan hukum, batasan moral, kode etik profesi, atau strategi bisnis perusahaan yang berlaku. Kombinasi ini melahirkan sebuah sistem otomatisasi cerdas generasi baru yang tidak hanya memiliki kemampuan untuk "melihat" lingkungan sekitarnya, tetapi juga memiliki kapasitas kognitif untuk "memahami dan menalar" implikasi dari apa yang dilihatnya secara akurat, transparan, dan aman bagi pengguna di era digital.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil studi komparatif dari 16 sumber referensi ilmiah, dapat ditarik beberapa kesimpulan mendasar sebagai berikut:

1. *Computer Vision* (CV) dan Sistem Pakar memiliki karakteristik teknis yang berbeda secara diametral. CV berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) unggul dalam menangkap persepsi visual dari data tidak terstruktur (data-driven) secara *real-time*, namun membutuhkan daya komputasi tinggi dan bersifat *black box*. Sebaliknya, Sistem Pakar berbasis aturan (*rule-based*) unggul dalam penalaran logis konseptual (*knowledge-driven*) yang deterministik, transparan, dan hemat infrastruktur, namun kaku dalam memproses perubahan data visual dinamis.
2. Implementasi kedua teknologi AI ini di era digital membawa dampak multidimensi yang signifikan. Di sektor bisnis dan UMKM, AI sukses meningkatkan efisiensi operasional, otomatisasi rekrutmen, dan akurasi pengambilan keputusan strategis. Di sektor pendidikan, AI mempercepat personalisasi pembelajaran abad 21 meski membawa tantangan moral terkait integritas akademis.

3. Adopsi teknologi berbasis layar visual cerdas secara intensif terbukti membawa konsekuensi klinis yang nyata berupa peningkatan risiko *Computer Vision Syndrome* (CVS) pada pengguna, yang ditandai dengan gangguan kesehatan mata dan kelelahan fisik.

## SARAN

Demi optimalisasi pemanfaatan teknologi AI ke depan, beberapa saran strategis yang dapat direkomendasikan adalah:

1. Bagi Peneliti dan Pengembang Teknologi: Perlu dilakukan akselerasi riset mengenai arsitektur AI Hibrida yang secara eksplisit menggabungkan modul persepsi visual CNN dari *Computer Vision* dengan modul penalaran logis *IF-THEN* dari Sistem Pakar untuk menciptakan sistem otonom yang cerdas sekaligus akuntabel.
2. Bagi Pelaku Industri dan Operator Sistem: Institusi yang mengadopsi sistem pemantauan visual intensif wajib menerapkan regulasi kesehatan kerja yang ketat untuk mencegah CVS, seperti penerapan aturan 20-20-20 (setiap 20 menit menatap layar, istirahatkan mata selama 20 detik dengan melihat objek sejauh 20 kaki) serta penataan ergonomi kerja yang ideal.
3. Bagi Sektor Pendidikan: Lembaga pendidikan harus segera merumuskan kurikulum berbasis etika kecerdasan buatan untuk membekali generasi muda dengan keterampilan abad 21 tanpa mengorbankan moralitas, kejujuran akademis, dan kemampuan berpikir kritis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amira, B., & Nasution, M. I. P. (2023). Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam meningkatkan efisiensi dan pengembangan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM). *JURMA: Jurnal Riset Manajemen*, 1(4), 362–371. <https://doi.org/10.54066/jurma.v1i4>
- Ariasti, N., Rachmawati, A., & Devita, N. (2023). Faktor risiko yang berhubungan dengan Computer Vision Syndrom pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia. *Berkala Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 78–84. <https://doi.org/10.28885/bikkm.vol1.iss2.art3>
- Astawa, N. L. P N. S. P., & Permana, P. T. H. (2020). Media pembelajaran dengan kecerdasan buatan dalam pembelajaran bahasa Inggris generasi-Z. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 4(2), 756–771.
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16–24.
- De la Vega Hernández, I. M., Urdaneta, A. S., & Carayannis, E. (2023). Global bibliometric mapping of the frontier of knowledge in the field of artificial intelligence for the period 1990-2019. *Artificial Intelligence Review*, 56(2), 1699–1729.
- Fahimirad, M., & Kotamjani, S. S. (2018). A review on application of artificial intelligence in teaching and learning in educational contexts. *International Journal of Learning and Development*, 8(4), 106–118.
- Faiz, A., & Kurniawaty, I. (2023). Tantangan penggunaan ChatGPT dalam pendidikan ditinjau dari sudut pandang moral. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 456–463.
- Handayani, D. S., Kaunang, R., & Sondang, S. (2024). Manfaat dan potensi masalah penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam komunikasi publik. *Co-Value: Jurnal Ekonomi, Koperasi & Kewirausahaan*, 14(11). <https://journal.ikopin.ac.id>
- Irfansyah, D., Ruseno, N., & Yani, A. (2025). Penerapan computer vision dalam sistem keamanan berbasis Artificial Intelligence (AI), robotik, dan otomatisasi. *S Jurnal PASTI: Sistem Teknologi Jurnal Sistem Teknologi Informasi*, 1(1). <http://doi.org/10.9001/jurnalpasti.v1i1.920>
- Juliandy, C., & Darwin. (2024). Pengenalan computer vision berbasis Convolutional Neural Network melalui DewataTalks. *Sarwahita: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(1), 45–52. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.211.4>
- Nugroho, R. H., Kusumasari, I. R., Febrianto, V., Farhan N. H, M. A., & Mahardika, M. R. (2025). Strategi teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam pengambilan keputusan bisnis di era digital. *Jurnal Bisnis dan Komunikasi Digital*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.47134/jbkd.v2i2.3476>

- Paramita, E. D., Damayanti, A. M., Pratiwi, M. A., Yulianto, N. D., & Donna, N. B. (n.d.). Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran: Perspektif pendidik dan tantangan implementasi [Naskah tidak diterbitkan]. Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Universitas PGRI Wiranegara.
- Putri, R. A. (2026). Modul kuliah: Sistem pakar. Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sumatera Utara.
- Rosadi, E., & Ali, H. (2024). Mengukur efektivitas kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dalam rekrutmen pegawai: Sebuah kajian literatur sistematis. *IJEMA: Indonesian Journal of Economics, Management, and Accounting*, 1(7), 764–769. <https://jurnal.intekom.id/index.php/ijema>
- Usman, U., Kholisoh, S., Rahayu, S., Aulia, A., & Alta, A. A. P. (2025). Implikasi kecerdasan buatan (AI) terhadap keterampilan pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 9(4), 1042–1049. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i4.10263>
- Vargas-Murillo, A. R., de la Asuncion Pari-Bedoya, I. N. M., & de Jesús Guevara-Soto, F. (2023). Challenges and opportunities of AI-assisted learning: A systematic literature review on the impact of ChatGPT usage in higher education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(7), 122–135. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.7.7>.