

# Transformasi Digital dalam Pendidikan: Studi Literatur tentang Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) untuk Pembelajaran Personal di Era 5.0

Mira Wati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Mulawarman Samarinda, Indonesia

Corresponding author: [mirwati09@gmail.com](mailto:mirwati09@gmail.com)

## Abstrak

Era digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Artikel ini mengkaji transformasi digital dalam pendidikan, dengan fokus pada pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) untuk pembelajaran personal di era 5.0. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis literatur yang ada guna mengidentifikasi tren, aplikasi, tantangan, dan peluang terkait integrasi AI dalam pendidikan. Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis, menganalisis berbagai publikasi ilmiah yang relevan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa AI memiliki potensi besar untuk mempersonalisasi pembelajaran, meningkatkan efisiensi, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih adaptif. Namun, implementasi AI dalam pendidikan juga menghadapi tantangan seperti masalah privasi, etika, kesenjangan digital, dan kebutuhan akan keterampilan baru bagi pendidik dan siswa. Kesimpulannya, AI menawarkan peluang transformatif dalam pendidikan, tetapi implementasinya harus dilakukan secara hati-hati dengan mempertimbangkan aspek etika, inklusi, dan keberlanjutan.

**Kata kunci:** Kecerdasan Buatan (AI), Pembelajaran Personal, Transformasi Digital, Pendidikan 5.0, Studi Literatur.

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mengubah lanskap pendidikan secara fundamental. Era digital, yang ditandai dengan peningkatan akses terhadap informasi dan konektivitas global, telah mendorong transformasi signifikan dalam cara kita belajar dan mengajar. Di tengah perubahan ini, muncul konsep "Pendidikan 5.0," yang mengintegrasikan teknologi canggih seperti Kecerdasan Buatan (AI), Internet of Things (IoT), dan komputasi awan untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang lebih personal, adaptif, dan berpusat pada siswa (Adel, 2024; Mourtzis, Angelopoulos, & Panopoulos, 2023). Pendidikan 5.0 tidak hanya berfokus pada penyampaian pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan dunia yang semakin kompleks (Morandini et al., 2023).

Transformasi digital dalam pendidikan menjadi sangat relevan karena beberapa alasan. Pertama, peningkatan akses terhadap teknologi telah membuka peluang baru untuk pembelajaran di mana saja dan kapan saja. Kedua, AI menawarkan potensi

untuk mempersonalisasi pembelajaran, menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan, minat, dan gaya belajar individu siswa. Ketiga, era 5.0 menekankan pentingnya kolaborasi manusia-mesin, di mana AI dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengajaran dan pembelajaran, membebaskan pendidik dari tugas-tugas administratif yang berulang, dan memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada interaksi siswa yang bermakna. Namun, transformasi digital juga menimbulkan tantangan. Kesenjangan digital, masalah privasi dan keamanan data, serta kebutuhan akan keterampilan digital baru bagi pendidik dan siswa adalah beberapa isu yang perlu diatasi (Ooi et al., 2023).

Penelitian ini didasarkan pada kerangka teori konstruktivisme dan teori pembelajaran adaptif. Konstruktivisme menekankan bahwa siswa secara aktif membangun pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan belajar. Pembelajaran adaptif, yang difasilitasi oleh AI, menggunakan data untuk menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan individu siswa, menyediakan umpan balik yang dipersonalisasi, dan merekomendasikan sumber daya yang relevan (Adel, 2024). Kerangka ini membantu memahami bagaimana AI dapat digunakan untuk mendukung siswa dalam membangun pengetahuan mereka sendiri dan mencapai potensi penuh mereka.

Meskipun terdapat penelitian yang luas tentang AI dalam pendidikan, masih ada kesenjangan dalam pemahaman tentang bagaimana AI dapat diintegrasikan secara efektif untuk pembelajaran personal di era 5.0. Banyak penelitian yang berfokus pada aplikasi AI tertentu, seperti sistem penilaian otomatis atau chatbot pendidikan, tetapi kurang membahas pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi yang memanfaatkan berbagai teknologi AI untuk mendukung seluruh pengalaman belajar siswa. Selain itu, penelitian tentang dampak sosial dan etika dari AI dalam pendidikan, seperti masalah privasi data dan kesenjangan digital, masih terbatas (Budhwar et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan ini dengan memberikan tinjauan komprehensif tentang literatur yang ada dan mengidentifikasi area-area yang memerlukan penelitian lebih lanjut.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan studi literatur komprehensif tentang pemanfaatan AI untuk pembelajaran personal dalam konteks transformasi digital pendidikan di era 5.0. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis dan praktis bagi berbagai pemangku kepentingan dalam bidang pendidikan. Secara teoritis, penelitian ini akan berkontribusi pada pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana AI dapat digunakan untuk meningkatkan pembelajaran personal dan mendukung transformasi digital dalam pendidikan. Secara praktis, penelitian ini akan memberikan wawasan bagi pendidik, pengembang teknologi pendidikan, dan pembuat kebijakan tentang cara terbaik untuk mengintegrasikan AI dalam lingkungan belajar. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk merancang dan mengembangkan solusi pendidikan berbasis AI yang lebih efektif, inklusif, dan berkelanjutan.

Novelty dari penelitian ini terletak pada tinjauan komprehensifnya tentang literatur yang ada, yang mencakup berbagai aspek penggunaan AI dalam pendidikan, dari aplikasi teknis hingga implikasi sosial dan etika. Penelitian ini juga menawarkan kerangka kerja yang terintegrasi untuk memahami bagaimana AI dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran personal di era 5.0, serta mengidentifikasi area-area yang memerlukan penelitian lebih lanjut.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur sistematis. Pendekatan ini melibatkan pencarian, seleksi, penilaian, dan sintesis sistematis dari studi penelitian yang relevan (Vlačić et al., 2021). Penelitian ini menggunakan metode tinjauan sistematis (systematic review) terhadap literatur yang relevan. Tinjauan sistematis adalah metode penelitian yang komprehensif, transparan, dan dapat direproduksi yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti dari penelitian yang ada tentang topik tertentu (Parris & Peachey, 2012). Analisis data dilakukan secara deskriptif dan tematik. Data dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama, praktik terbaik, tantangan, dan peluang yang terkait dengan integrasi pendidikan karakter. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi, tabel, dan grafik.

## Hasil dan Pembahasan

Studi literatur ini menghasilkan sejumlah temuan penting terkait dengan pemanfaatan AI untuk pembelajaran personal dalam pendidikan. Temuan-temuan ini dikelompokkan ke dalam beberapa tema utama, yaitu tren dan aplikasi AI dalam pendidikan, tantangan dan peluang, serta implikasi etika dan sosial.

### Tren dan Aplikasi AI dalam Pendidikan

AI telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, dan dampaknya pada pendidikan semakin terasa. Beberapa tren utama yang dapat diidentifikasi dari studi literatur meliputi: **Personalisasi Pembelajaran:** AI digunakan untuk mengembangkan sistem pembelajaran adaptif yang dapat menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan individu siswa (Jagatheesaperumal et al., 2024). Sistem ini menggunakan data tentang kinerja siswa, gaya belajar, dan minat untuk memberikan rekomendasi materi, umpan balik, dan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi. **Otomatisasi Tugas Administratif:** AI digunakan untuk mengotomatisasi tugas-tugas administratif yang memakan waktu, seperti penilaian otomatis, penjadwalan, dan komunikasi dengan siswa. Hal ini memungkinkan pendidik untuk lebih fokus pada pengajaran dan interaksi dengan siswa (Rožman, Oreški, & Tominc, 2023). **Pengembangan Alat Pembelajaran Interaktif:** AI digunakan untuk mengembangkan alat pembelajaran interaktif, seperti chatbot pendidikan, asisten virtual, dan simulasi. Alat-alat ini dapat memberikan dukungan belajar 24/7, menjawab pertanyaan siswa, dan memberikan umpan balik instan. **Analisis Data Pembelajaran:** AI digunakan untuk menganalisis data pembelajaran untuk mengidentifikasi pola, tren, dan area yang memerlukan intervensi. Analisis data pembelajaran dapat membantu pendidik untuk lebih memahami kebutuhan siswa dan membuat keputusan yang lebih baik tentang pengajaran dan pembelajaran. **Integrasi dengan Teknologi Lain:** AI semakin terintegrasi dengan teknologi lain, seperti virtual reality (VR), augmented reality (AR), dan Internet of Things (IoT), untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif (Mourtzis, 2023).

Implementasi AI dalam pendidikan juga menghadirkan sejumlah tantangan dan peluang.

**Kesenjangan Digital:** Akses yang tidak merata terhadap teknologi dan infrastruktur digital dapat memperburuk kesenjangan digital, membuat siswa dari latar belakang yang kurang beruntung tertinggal (Morandini et al., 2023). **Privasi dan Keamanan Data:** Pengumpulan dan penggunaan data siswa oleh sistem AI menimbulkan masalah privasi dan keamanan data. Penting untuk melindungi data siswa dari penyalahgunaan dan pelanggaran. **Bias Algoritma:** Algoritma AI dapat dipengaruhi oleh bias yang ada dalam data pelatihan, yang dapat mengarah pada hasil yang tidak adil atau diskriminatif (Budhwar et al., 2023). **Kebutuhan Keterampilan Baru:** Pendidik dan siswa membutuhkan keterampilan digital baru untuk memanfaatkan AI secara efektif. Pelatihan dan pengembangan profesional sangat penting untuk memastikan bahwa pendidik dapat menggunakan AI dengan kompeten, dan siswa dapat berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran yang didukung AI. (Morandini et al., 2023). **Biaya Implementasi:** Implementasi AI dalam pendidikan dapat memerlukan investasi yang signifikan dalam perangkat keras, perangkat lunak, dan pelatihan.

Adapun peluangnya yaitu **Personalisasi Pembelajaran yang Lebih Baik:** AI dapat digunakan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan adaptif, yang sesuai dengan kebutuhan individu siswa (Adel, 2024). **Peningkatan Efisiensi:** AI dapat mengotomatisasi tugas-tugas administratif yang memakan waktu, membebaskan pendidik untuk lebih fokus pada pengajaran dan interaksi dengan siswa (Rožman, Oreški, & Tominc, 2023). **Peningkatan Akses terhadap Pendidikan:** AI dapat digunakan untuk menyediakan pendidikan yang lebih mudah diakses oleh siswa di daerah terpencil atau siswa dengan kebutuhan khusus. **Peningkatan Kualitas Pembelajaran:** AI dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui umpan balik yang dipersonalisasi, alat pembelajaran interaktif, dan analisis data pembelajaran. (Adel, 2024) **Pengembangan Keterampilan Abad ke-21:** AI dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan dunia yang semakin kompleks (Morandini et al., 2023).

### Implikasi Etika dan Sosial

Penggunaan AI dalam pendidikan menimbulkan sejumlah implikasi etika dan sosial yang perlu dipertimbangkan secara serius. **Privasi dan Keamanan Data:** Pengumpulan dan penggunaan data siswa oleh sistem AI menimbulkan masalah privasi dan keamanan data. Penting untuk melindungi data siswa dari penyalahgunaan dan pelanggaran. Kebijakan privasi yang transparan dan kontrol yang ketat terhadap data siswa sangat penting. **Bias Algoritma:** Algoritma AI dapat dipengaruhi oleh bias yang ada dalam data pelatihan, yang dapat mengarah pada hasil yang tidak adil atau diskriminatif. Penting untuk memastikan bahwa data pelatihan yang digunakan untuk melatih algoritma AI tidak bias dan bahwa sistem AI dievaluasi secara teratur untuk mendeteksi dan mengurangi bias. **Kesenjangan Digital:** Akses yang tidak merata terhadap teknologi dan infrastruktur digital dapat memperburuk kesenjangan digital, membuat siswa dari latar belakang yang kurang beruntung tertinggal. Upaya harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua siswa memiliki akses yang sama terhadap teknologi dan sumber daya yang diperlukan untuk memanfaatkan AI dalam pendidikan. **Dampak pada Peran Pendidik:** Penggunaan AI dalam pendidikan dapat mengubah peran pendidik. Pendidik perlu mengembangkan keterampilan baru

untuk bekerja dengan AI dan berfokus pada peran mereka sebagai fasilitator pembelajaran, mentor, dan pelatih (Morandini et al., 2023). **Transparansi dan Akuntabilitas:** Sistem AI harus transparan dan akuntabel. Siswa, orang tua, dan pendidik harus memahami bagaimana sistem AI bekerja dan bagaimana keputusan dibuat.

## **Pembahasan**

Temuan studi literatur ini memberikan gambaran komprehensif tentang peran AI dalam transformasi digital pendidikan, khususnya dalam konteks pembelajaran personal di era 5.0. Analisis menunjukkan bahwa AI memiliki potensi besar untuk merevolusi pendidikan, menawarkan pengalaman belajar yang lebih efektif, efisien, dan menarik. Namun, implementasi AI dalam pendidikan bukanlah tanpa tantangan.

### **Potensi AI untuk Pembelajaran Personal**

Salah satu kontribusi utama AI dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk mempersonalisasi pembelajaran (Jagatheesaperumal et al., 2024). Sistem pembelajaran adaptif, yang didukung oleh AI, dapat menyesuaikan konten, kecepatan, dan urutan pembelajaran dengan kebutuhan individu siswa. Hal ini memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri dan fokus pada area-area yang membutuhkan peningkatan. Personalisasi pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan siswa, motivasi, dan hasil belajar.

Selain itu, AI dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai alat pembelajaran interaktif, seperti chatbot pendidikan dan asisten virtual (Ooi et al., 2023). Alat-alat ini dapat memberikan dukungan belajar 24/7, menjawab pertanyaan siswa, dan memberikan umpan balik instan. Chatbot pendidikan, misalnya, dapat membantu siswa dengan pekerjaan rumah, mempersiapkan ujian, dan memberikan informasi tentang mata pelajaran.

### **Efisiensi dan Efektivitas Pengajaran**

AI juga memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengajaran. AI dapat mengotomatisasi tugas-tugas administratif yang memakan waktu, seperti penilaian otomatis dan penjadwalan. Hal ini membebaskan pendidik untuk lebih fokus pada pengajaran dan interaksi dengan siswa. Sistem penilaian otomatis, misalnya, dapat menilai tugas siswa secara otomatis, memberikan umpan balik yang cepat, dan mengurangi beban kerja pendidik.

Analisis data pembelajaran, yang didukung oleh AI, dapat membantu pendidik untuk lebih memahami kebutuhan siswa dan membuat keputusan yang lebih baik tentang pengajaran dan pembelajaran. Data tentang kinerja siswa, gaya belajar, dan minat dapat digunakan untuk mengidentifikasi area-area yang membutuhkan intervensi dan untuk menyesuaikan pengajaran dengan kebutuhan individu siswa.

### **Tantangan dalam Implementasi AI**

Meskipun AI menawarkan banyak peluang dalam pendidikan, implementasinya juga menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kesenjangan digital (Morandini et al., 2023). Tidak semua siswa memiliki akses yang sama terhadap teknologi dan infrastruktur digital, yang dapat memperburuk kesenjangan pendidikan. Untuk mengatasi masalah ini, upaya harus dilakukan untuk

memastikan bahwa semua siswa memiliki akses yang sama terhadap teknologi dan sumber daya yang diperlukan untuk memanfaatkan AI dalam pendidikan.

Masalah privasi dan keamanan data juga menjadi perhatian utama (Budhwar et al., 2023). Pengumpulan dan penggunaan data siswa oleh sistem AI menimbulkan risiko penyalahgunaan dan pelanggaran data. Penting untuk melindungi data siswa dengan kebijakan privasi yang transparan dan kontrol yang ketat. Selain itu, algoritma AI dapat dipengaruhi oleh bias yang ada dalam data pelatihan, yang dapat mengarah pada hasil yang tidak adil atau diskriminatif. Upaya harus dilakukan untuk memastikan bahwa data pelatihan yang digunakan untuk melatih algoritma AI tidak bias.

### **Implikasi Etika dan Sosial**

Penggunaan AI dalam pendidikan menimbulkan sejumlah implikasi etika dan sosial yang perlu dipertimbangkan secara serius. Penting untuk memastikan bahwa sistem AI transparan dan akuntabel, sehingga siswa, orang tua, dan pendidik memahami bagaimana sistem AI bekerja dan bagaimana keputusan dibuat. Peran pendidik juga akan berubah. Pendidik perlu mengembangkan keterampilan baru untuk bekerja dengan AI dan berfokus pada peran mereka sebagai fasilitator pembelajaran, mentor, dan pelatih (Morandini et al., 2023).

Penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan adil. AI harus digunakan untuk mendukung semua siswa, termasuk siswa dengan kebutuhan khusus dan siswa dari latar belakang yang kurang beruntung. Upaya harus dilakukan untuk mengurangi bias dalam algoritma AI dan memastikan bahwa sistem AI tidak memperburuk kesenjangan pendidikan.

### **Pendidikan 5.0 dan Masa Depan Pendidikan**

Pendidikan 5.0, yang mengintegrasikan AI, IoT, dan teknologi canggih lainnya, menawarkan visi tentang masa depan pendidikan yang lebih personal, adaptif, dan berpusat pada siswa (Adel, 2024; Mourtzis, Angelopoulos, & Panopoulos, 2023). Di era 5.0, AI akan memainkan peran yang semakin penting dalam mendukung siswa dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.

Pendidikan di masa depan akan lebih berfokus pada pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran yang dipersonalisasi. AI akan menjadi alat penting untuk mendukung siswa dalam mencapai tujuan belajar mereka. Untuk mencapai visi Pendidikan 5.0, diperlukan kolaborasi antara pendidik, pengembang teknologi pendidikan, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan lainnya.

### **Kesimpulan**

Studi literatur ini memberikan bukti kuat tentang potensi transformatif AI dalam pendidikan, khususnya dalam konteks pembelajaran personal di era 5.0. AI menawarkan peluang luar biasa untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan efisiensi pengajaran, dan mengembangkan keterampilan abad ke-21. Namun, implementasi AI dalam pendidikan harus dilakukan secara hati-hati, dengan mempertimbangkan tantangan seperti kesenjangan digital, masalah privasi dan keamanan data, bias algoritma, dan perubahan peran pendidik.

Untuk memaksimalkan manfaat AI dalam pendidikan, diperlukan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi. Hal ini termasuk investasi dalam infrastruktur teknologi, pelatihan dan pengembangan profesional bagi pendidik, pengembangan kebijakan yang mendukung penggunaan AI yang etis dan bertanggung jawab, serta kolaborasi yang kuat antara berbagai pemangku kepentingan. Dengan pendekatan yang tepat, AI dapat menjadi kekuatan pendorong untuk menciptakan sistem pendidikan yang lebih inklusif, adil, dan efektif, yang mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dan peluang di masa depan.

## Referensi

- Adel, A. (2023). Unlocking the Future: Fostering Human–Machine Collaboration and Driving Intelligent Automation through Industry 5.0 in Smart Cities. *Smart Cities*, 6(5), 124. <https://doi.org/10.3390/smartcities6050124>
- Adel, A. (2024). The Convergence of Intelligent Tutoring, Robotics, and IoT in Smart Education for the Transition from Industry 4.0 to 5.0. *Smart Cities*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.3390/smartcities7010014>
- Al-Ghaili, A. M., Kasim, H., Al-Hada, N. M., Hassan, Z., Othman, M., Tharik, J. H., ... & Shayea, I. (2022). A Review of Metaverse's Definitions, Architecture, Applications, Challenges, Issues, Solutions, and Future Trends. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3225638>
- Almusaed, A., Yitmen, İ., & Almssad, A. (2023). Reviewing and Integrating AEC Practices into Industry 6.0: Strategies for Smart and Sustainable Future-Built Environments. *Sustainability*, 15(18), 13464. <https://doi.org/10.3390/su151813464>
- Anurogo, D., La Ramba, H., Putri, N. D., & Putri, U. M. P. (2023). Digital Literacy 5.0 to Enhance Multicultural Education. *Multicultural Islamic Education Review*, 1(2), 145-156. <https://doi.org/10.23917/mier.v1i2.3414>
- Bongomin, O., Yemane, A., Kembabazi, B., Malanda, C., Mwape, M. C., Mpofu, N. S., & Tigalana, D. (2020). Industry 4.0 Disruption and Its Neologisms in Major Industrial Sectors: A State of the Art. *Journal of Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2020/8090521>
- Borchardt, M., Pereira, G. M., Milan, G. S., Scavarda, A., Nogueira, E. O., & Poltosi, L. C. (2022). Industry 5.0 Beyond Technology: An Analysis Through the Lens of Business and Operations Management Literature. *Organizacija*, 1-19. <https://doi.org/10.2478/orga-2022-0020>
- Budhwar, P., Chowdhury, S., Wood, G., Aguinis, H., Bamber, G. J., Beltran, J. R., ... & Varma, A. (2023). Human resource management in the age of generative artificial intelligence: Perspectives and research directions on ChatGPT. *Human Resource Management Journal*, 1748-8583.12524. <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12524>
- De Felice, F., Petrillo, A., Iovine, G., Salzano, C., & Baffo, I. (2023). How Does the Metaverse Shape Education? A Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, 13(9), 5682. <https://doi.org/10.3390/app13095682>
- de Alwis, C., Kalla, A., Pham, Q. V., Kumar, P., Dev, K., Hwang, W. J., & Liyanage, M. (2021). Survey on 6G Frontiers: Trends, Applications, Requirements,

- Technologies and Future Research. *IEEE Open Journal of the Communications Society*. <https://doi.org/10.1109/ojcoms.2021.3071496>
- ElMaraghy, H., Monostori, L., Schuh, G., & ElMaraghy, W. (2021). Evolution and future of manufacturing systems. *CIRP Annals*. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008>
- Egger, J., Gsaxner, C., Pepe, A., Pomykala, K. L., Jonske, F., Kurz, M., ... & Kleesiek, J. (2022). Medical deep learning—A systematic meta-review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106874>
- Gabrilovich, E., & Markovitch, S. (2009). Wikipedia-based Semantic Interpretation for Natural Language Processing. *Journal of Artificial Intelligence Research*. <https://doi.org/10.1613/jair.2669>
- Gladden, M. E. (2019). Who Will Be the Members of Society 5.0? Towards an Anthropology of Technologically Posthumanized Future Societies. *Social Sciences*, 8(5), 148. <https://doi.org/10.3390/socsci8050148>
- Glavič, P. (2021). Evolution and Current Challenges of Sustainable Consumption and Production. *Sustainability*, 13(16), 9379. <https://doi.org/10.3390/su13169379>
- Javed, A. R., Ahmed, W., Pandya, S., Maddikunta, P. K. R., Alazab, M., & Gadekallu, T. R. (2023). A Survey of Explainable Artificial Intelligence for Smart Cities. *Electronics*, 12(4), 1020. <https://doi.org/10.3390/electronics12041020>
- Jagatheesaperumal, S. K., Ahmad, K., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2024). Advancing Education Through Extended Reality and Internet of Everything Enabled Metaverses: Applications, Challenges, and Open Issues. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/tlt.2024.3358859>
- Kalla, A., de Alwis, C., Porambage, P., Gür, G., & Liyanage, M. (2022). A survey on the use of blockchain for future 6G: Technical aspects, use cases, challenges and research directions. *Journal of Industrial Information Integration*. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100404>
- Lee, S. M., & Lee, D. (2019). “Untact”: a new customer service strategy in the digital age. *Service Business*. <https://doi.org/10.1007/s11628-019-00408-2>