



**STRATEGI ADAPTIF DALAM DIGITALISASI OLAHRAGA UNTUK
MENINGKATKAN PARTISIPASI DAN PERFORMA**

Muh. Ilham Aksir¹, Asri Awal²

¹Universitas Negeri Makassar, Program Studi Promosi Kesehatan, Indonesia

²Universitas Negeri Makassar, Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi,
Indonesia

Email: muh.ilham.aksir@unm.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam bidang olahraga, khususnya dalam meningkatkan partisipasi dan performa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji strategi adaptif dalam digitalisasi olahraga melalui pendekatan *literature review*. Data diperoleh dari berbagai database ilmiah seperti ScienceDirect, MDPI, Nature, PubMed, dan Google Scholar dengan rentang waktu publikasi 10 tahun terakhir (2016–2025). Sebanyak 15 artikel yang relevan dianalisis menggunakan teknik *content analysis* untuk mengidentifikasi peran teknologi digital dalam olahraga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi olahraga melalui teknologi seperti *wearable devices*, sensor fisiologis, kecerdasan buatan, dan platform digital mampu meningkatkan efektivitas latihan, pemantauan aktivitas fisik, serta performa atlet. Selain itu, teknologi digital juga berkontribusi dalam meningkatkan partisipasi masyarakat melalui kemudahan akses, peningkatan motivasi, dan pengalaman olahraga yang lebih interaktif. Namun demikian, terdapat beberapa tantangan dalam implementasinya, seperti keterbatasan akses teknologi, literasi digital, biaya, serta potensi ketergantungan terhadap perangkat digital. Oleh karena itu, diperlukan strategi adaptif yang tepat agar digitalisasi olahraga dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan dalam meningkatkan partisipasi dan performa.

Kata kunci : digitalisasi olahraga; partisipasi; performa; teknologi digital; wearable device

Abstarct

The development of digital technology has brought significant changes in the field of sports, particularly in enhancing participation and performance. This study aims to examine adaptive strategies in sports digitalization through a literature review approach. Data were collected from various scientific databases such as ScienceDirect, MDPI, Nature, PubMed, and Google Scholar, covering publications from the last ten years (2016–2025). A total of 15 relevant articles were analyzed using content analysis techniques to identify the role of digital technology in sports. The results indicate that sports digitalization through technologies such as wearable devices, physiological sensors, artificial intelligence, and digital platforms can improve training effectiveness, physical activity monitoring, and athlete performance. In addition, digital technology contributes to increasing public participation through easier access, enhanced motivation, and more interactive sports experiences. However, several challenges remain, including limited access to technology, digital literacy issues, cost barriers, and potential dependency on digital devices. Therefore, appropriate adaptive strategies are needed to optimize the use of digital technology in sports in a sustainable manner to enhance participation and performance.

Key words: sports digitalization; participation; performance; digital technology; wearable devices

Alamat Korespondensi :

Muh. Ilham Aksir

muh.ilham.aksir@unm.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam satu dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk bidang olahraga. Transformasi digital tidak hanya mengubah cara olahraga dikelola, dipromosikan, dan dikonsumsi oleh masyarakat, tetapi juga memengaruhi pola partisipasi olahraga serta peningkatan performa atlet. Pemanfaatan teknologi seperti wearable devices, artificial intelligence (AI), big data analytics, dan berbagai platform digital memberikan peluang baru dalam proses pemantauan kondisi fisik, evaluasi performa, hingga pengembangan strategi latihan yang lebih efektif dan efisien. Digitalisasi olahraga juga memperluas akses masyarakat terhadap aktivitas fisik melalui aplikasi kebugaran, media sosial, dan layanan berbasis daring yang memungkinkan individu untuk terhubung dengan komunitas olahraga secara lebih mudah dan interaktif (Seçkin et al., 2023; Qi et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa teknologi digital telah menjadi bagian penting dalam perkembangan industri olahraga modern.

Pemanfaatan teknologi digital dalam olahraga juga berkontribusi terhadap peningkatan partisipasi masyarakat dalam aktivitas fisik. Kehadiran aplikasi kebugaran dan platform olahraga digital mampu memberikan kemudahan akses informasi, pemantauan aktivitas, serta motivasi bagi pengguna untuk menjalankan gaya hidup aktif dan sehat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor self-efficacy, kemudahan penggunaan teknologi, serta dukungan sosial melalui media digital menjadi determinan utama yang memengaruhi adopsi teknologi olahraga oleh masyarakat (Qian & Kim, 2025). Selain itu, penggunaan machine learning dan pendekatan berbasis data mulai diterapkan untuk menganalisis perilaku partisipasi olahraga, mengidentifikasi pola aktivitas fisik, serta memprediksi faktor-faktor yang memengaruhi keterlibatan individu dalam olahraga, khususnya pada kelompok usia muda (Cai et al., 2025). Hal tersebut menunjukkan bahwa digitalisasi tidak hanya berfungsi sebagai alat pendukung, tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam aktivitas olahraga.

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital turut memberikan dampak besar terhadap peningkatan performa atlet. Penggunaan perangkat wearable dan sensor digital memungkinkan proses pemantauan kondisi fisik atlet dilakukan secara real-time, sehingga pelatih dapat mengevaluasi performa secara lebih akurat dan menyusun program latihan yang bersifat individual sesuai kebutuhan atlet. Teknologi digital juga membantu proses pencegahan cedera melalui analisis data biometrik dan pengawasan intensitas latihan secara berkelanjutan. Namun demikian, implementasi digitalisasi olahraga masih menghadapi berbagai tantangan, seperti perlindungan data pribadi atlet, keamanan sistem digital, integritas kompetisi, serta risiko ketergantungan terhadap teknologi dalam proses pembinaan olahraga (Qi et al., 2024). Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi digital dalam olahraga memerlukan strategi adaptif yang mampu menyeimbangkan antara optimalisasi manfaat teknologi dan pengendalian risiko yang mungkin muncul.

Selain mendukung peningkatan performa atlet, intervensi berbasis digital juga terbukti efektif dalam mendorong perubahan perilaku masyarakat terkait aktivitas fisik. Hasil penelitian meta-analisis menunjukkan bahwa intervensi digital mampu meningkatkan tingkat aktivitas fisik secara signifikan, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh desain program, karakteristik pengguna, serta tingkat keterlibatan individu dalam penggunaan teknologi (Lee & Park, 2025). Oleh karena itu, implementasi digitalisasi olahraga tidak dapat dilakukan secara seragam, melainkan harus mempertimbangkan kebutuhan, karakteristik, dan konteks pengguna agar manfaat teknologi dapat

dirasakan secara optimal. Pendekatan adaptif menjadi penting untuk memastikan bahwa digitalisasi olahraga tidak hanya berorientasi pada perkembangan teknologi semata, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas partisipasi olahraga dan kesejahteraan pengguna.

Penelitian terdahulu umumnya lebih banyak membahas pengaruh teknologi digital terhadap performa atlet atau partisipasi olahraga secara terpisah. Sementara itu, kajian yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut dalam perspektif strategi adaptif digitalisasi olahraga masih relatif terbatas. Oleh karena itu, artikel ini memiliki kebaruan dengan menelaah secara komprehensif hubungan antara strategi adaptif digitalisasi olahraga, peningkatan partisipasi masyarakat, dan peningkatan performa atlet dalam satu kajian terpadu. Kajian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai bagaimana teknologi digital dapat diimplementasikan secara efektif dan berkelanjutan dalam bidang olahraga.

Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan konsep strategi adaptif dalam digitalisasi olahraga yang mengintegrasikan teknologi digital, karakteristik pengguna, partisipasi olahraga, dan peningkatan performa dalam satu kerangka analisis. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada pemanfaatan teknologi secara parsial, penelitian ini mengkaji bagaimana pendekatan adaptif berbasis data dan kebutuhan pengguna dapat meningkatkan efektivitas digitalisasi olahraga secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah berbagai strategi adaptif dalam digitalisasi olahraga yang berkontribusi terhadap peningkatan partisipasi dan performa. Melalui pendekatan literature review, artikel ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran berupa gambaran komprehensif mengenai peran teknologi digital dalam olahraga, faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas implementasinya, serta implikasi pengembangan kebijakan dan praktik olahraga berbasis digital di masa depan. Selain itu, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi akademisi, praktisi olahraga, maupun pengambil kebijakan dalam merancang strategi digitalisasi olahraga yang lebih inovatif, inklusif, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode literature review atau tinjauan pustaka untuk mengkaji strategi adaptif dalam digitalisasi olahraga dalam meningkatkan partisipasi dan performa. Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian yang relevan dengan topik yang diteliti, sehingga diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai peran teknologi digital dalam bidang olahraga.

Proses pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah bereputasi, seperti ScienceDirect, MDPI, Nature, PubMed, dan Google Scholar, dengan menggunakan kata kunci antara lain: digital sports, sports technology, digital participation in sports, wearable technology in sports, digital intervention, physical activity, dan sports performance. Pencarian dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (2016–2025) untuk memastikan kebaruan data serta relevansi dengan perkembangan teknologi digital dalam olahraga.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi: (1) artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi, (2) penelitian yang membahas digitalisasi olahraga, baik terkait peningkatan partisipasi maupun performa, (3) artikel yang memiliki DOI atau tautan resmi yang dapat diakses, serta (4) menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, kualitatif, maupun systematic review.

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan dengan topik, tidak memiliki sumber yang jelas, serta publikasi non-ilmiah seperti opini atau blog.

Dari hasil pencarian awal, diperoleh sejumlah artikel yang kemudian diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian isi dengan tujuan penelitian. Setelah melalui proses penyaringan, diperoleh 15 artikel yang dianggap paling relevan dan representatif untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan temuan-temuan utama dari masing-masing artikel terkait penggunaan teknologi digital dalam olahraga, pengaruhnya terhadap partisipasi, serta dampaknya terhadap peningkatan performa atlet. Hasil dari analisis literatur ini kemudian disusun secara deskriptif untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai strategi adaptif dalam digitalisasi olahraga, serta implikasinya dalam meningkatkan partisipasi dan performa di era digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 15 artikel yang telah diseleksi, ditemukan bahwa digitalisasi olahraga memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan partisipasi dan performa melalui pemanfaatan berbagai teknologi berbasis digital. Teknologi tersebut meliputi *wearable devices*, sensor fisiologis, kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *sports analytics*, virtual reality, serta platform digital yang mampu mendukung pemantauan aktivitas, evaluasi performa, serta peningkatan keterlibatan individu dalam olahraga.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital mampu meningkatkan efektivitas latihan, membantu pencegahan cedera, serta memberikan data yang akurat untuk pengambilan keputusan dalam kepelatihan. Selain itu, teknologi juga berperan dalam meningkatkan partisipasi masyarakat melalui kemudahan akses terhadap aktivitas olahraga, peningkatan motivasi, serta pengalaman olahraga yang lebih interaktif. Namun demikian, beberapa penelitian juga menunjukkan adanya tantangan seperti kesiapan pengguna, biaya implementasi, serta potensi ketergantungan terhadap teknologi

Tabel 1. Hasil penelitian

| No | Penulis (Tahun) | Fokus Penelitian | Hasil Utama |
|----|-------------------------|--|--|
| 1 | Ferraz et al. (2023) | Analisis performa olahraga tim berbasis tracking | Meningkatkan pemantauan beban latihan dan performa atlet |
| 2 | Shukla (2024) | Dampak teknologi digital pada performa atlet | Meningkatkan efisiensi latihan dan pencegahan cedera |
| 3 | Seçkin et al. (2023) | Wearable technology dalam olahraga | Mendukung monitoring performa dan rehabilitasi |
| 4 | Nawabi et al. (2024) | Sensor dalam kedokteran olahraga | Membantu pemantauan kondisi fisik atlet |
| 5 | Turi et al. (2025) | Wearable dan e-sports dalam olahraga modern | Berpengaruh pada kesehatan fisik dan mental |
| 6 | Hliš et al. (2024) | Digital twin dalam olahraga | Mendukung simulasi dan personalisasi latihan |
| 7 | Torres et al. (2021) | Teknologi fisik-digital pada anak | Meningkatkan keterlibatan aktivitas fisik |
| 8 | Romagnoli et al. (2023) | Sensor jantung saat olahraga | Membantu deteksi risiko dan monitoring kesehatan |
| 9 | Liang et al. (2023) | AI dalam evaluasi aktivitas olahraga | Meningkatkan akurasi analisis aktivitas fisik |

| | | | |
|----|----------------------------|--|--|
| 10 | Cojocarú et al. (2022) | Teknologi dalam pendidikan olahraga | Meningkatkan partisipasi dan efektivitas pembelajaran |
| 11 | Kim et al. (2019) | Pengguna wearable olahraga | Kesiapan teknologi memengaruhi penggunaan |
| 12 | Kunz et al. (2019) | Virtual reality dalam olahraga | Meningkatkan pengalaman dan keterlibatan pengguna |
| 13 | Ratten (2020) | Inovasi teknologi olahraga | Pentingnya strategi adaptif dalam implementasi teknologi |
| 14 | Mataruna-Dos-Santos (2020) | Transformasi digital saat pandemi | Mempercepat adopsi teknologi olahraga |
| 15 | Zhao et al. (2023) | Machine learning dalam aktivitas fisik | Meningkatkan akurasi pengenalan aktivitas manusia |

Berdasarkan tabel di atas, digitalisasi olahraga menunjukkan kontribusi yang luas terhadap peningkatan partisipasi dan performa. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi digital seperti *wearable devices*, kecerdasan buatan, dan platform digital mampu meningkatkan efektivitas latihan, kualitas pemantauan aktivitas fisik, serta performa atlet secara signifikan. Teknologi juga berperan dalam meningkatkan keterlibatan masyarakat melalui pengalaman olahraga yang lebih interaktif dan berbasis data.

Selain itu, digitalisasi juga memberikan dampak positif dalam bidang kesehatan, seperti pemantauan kondisi fisiologis, pencegahan cedera, serta peningkatan kebugaran fisik dan mental. Dalam konteks pendidikan dan masyarakat umum, teknologi digital mampu meningkatkan partisipasi olahraga melalui kemudahan akses serta pendekatan yang lebih menarik dan adaptif.

Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan adanya tantangan dalam implementasi digitalisasi olahraga, seperti keterbatasan akses teknologi, biaya, literasi digital, serta potensi ketergantungan terhadap perangkat digital. Oleh karena itu, diperlukan strategi adaptif yang tepat agar pemanfaatan teknologi dapat dioptimalkan tanpa menimbulkan dampak negatif. Dengan demikian, digitalisasi olahraga dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan partisipasi dan performa secara berkelanjutan di era modern.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi dalam olahraga memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan partisipasi dan performa, namun juga menghadirkan tantangan dalam implementasinya. Perkembangan teknologi digital seperti *wearable devices*, sensor, dan sistem analitik berbasis data telah mengubah cara individu berolahraga serta bagaimana pelatih mengelola program latihan. Digitalisasi memungkinkan pemantauan aktivitas secara real-time dan memberikan umpan balik yang lebih akurat, sehingga aktivitas olahraga menjadi lebih terstruktur dan efektif. Hal ini sejalan dengan penelitian Qi et al. (2024) yang menyatakan bahwa teknologi digital memberikan peluang besar dalam meningkatkan performa melalui analisis data serta pengambilan keputusan berbasis teknologi.

Di sisi lain, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa digitalisasi olahraga mampu meningkatkan partisipasi masyarakat melalui kemudahan akses terhadap teknologi. Penggunaan perangkat digital memungkinkan individu untuk memantau aktivitas fisik, menetapkan target, serta mengevaluasi progres secara mandiri. Hal ini didukung oleh Seçkin et al. (2023) yang menjelaskan bahwa teknologi *wearable* berperan penting dalam meningkatkan keterlibatan pengguna dalam aktivitas olahraga melalui fitur pemantauan dan umpan balik yang berkelanjutan. Dengan demikian,

teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai motivator dalam meningkatkan partisipasi olahraga.

Selain itu, digitalisasi juga memberikan dampak positif terhadap peningkatan performa atlet melalui pemanfaatan sensor dan perangkat pemantauan fisiologis. Teknologi ini memungkinkan pelatih untuk memahami kondisi atlet secara lebih detail, seperti tingkat kelelahan, beban latihan, dan respons tubuh terhadap aktivitas fisik. Hal ini diperkuat oleh penelitian Olsen et al. (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan *wearable sensor devices* dalam olahraga dapat meningkatkan efektivitas latihan serta membantu dalam pencegahan cedera. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa teknologi digital berkontribusi terhadap peningkatan performa melalui pendekatan berbasis data.

Lebih lanjut, digitalisasi juga mendorong transformasi dalam sistem olahraga secara keseluruhan, baik dalam manajemen, pelatihan, maupun partisipasi. Frevel et al. (2022) menyatakan bahwa teknologi telah mengubah cara organisasi olahraga beroperasi menjadi lebih adaptif dan inovatif. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang menunjukkan bahwa strategi adaptif sangat diperlukan agar teknologi dapat diimplementasikan secara optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan adanya pendekatan yang tepat, digitalisasi dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas olahraga di berbagai level.

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa digitalisasi olahraga tidak terlepas dari berbagai tantangan, seperti kualitas teknologi, validitas data, serta kesiapan pengguna dalam mengadopsi teknologi tersebut. Robertson et al. (2024) menekankan pentingnya kerangka kualitas dalam pengembangan teknologi olahraga agar teknologi yang digunakan benar-benar memberikan manfaat yang optimal. Selain itu, penggunaan teknologi yang berlebihan tanpa diimbangi aktivitas fisik yang nyata juga berpotensi menimbulkan ketergantungan serta mengurangi aktivitas fisik secara langsung.

Dengan demikian, pembahasan ini menunjukkan bahwa digitalisasi olahraga memiliki peran strategis dalam meningkatkan partisipasi dan performa, namun implementasinya perlu dilakukan secara seimbang dan adaptif. Pemanfaatan teknologi harus diiringi dengan peningkatan literasi digital, kesiapan pengguna, serta pengelolaan yang tepat agar manfaatnya dapat dioptimalkan secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa digitalisasi olahraga memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan partisipasi dan performa melalui pemanfaatan berbagai teknologi seperti *wearable devices*, sensor, kecerdasan buatan, serta platform digital. Teknologi tersebut memungkinkan pemantauan aktivitas fisik secara real-time, evaluasi performa yang lebih akurat, serta penyusunan program latihan yang lebih efektif dan terukur.

Selain itu, digitalisasi juga berkontribusi dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dalam aktivitas olahraga melalui kemudahan akses, peningkatan motivasi, serta pengalaman olahraga yang lebih interaktif. Pemanfaatan teknologi digital mampu mendorong perubahan perilaku menuju gaya hidup yang lebih aktif dan sehat, baik pada atlet maupun masyarakat umum.

Namun demikian, implementasi digitalisasi olahraga juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses teknologi, literasi digital, validitas data, serta potensi ketergantungan terhadap perangkat digital. Oleh karena itu, diperlukan strategi adaptif yang tepat agar pemanfaatan teknologi dapat berjalan optimal dan berkelanjutan.

Dengan demikian, digitalisasi olahraga dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan partisipasi dan performa apabila diimbangi dengan pengelolaan yang baik, kesiapan pengguna, serta pemanfaatan teknologi secara bijak dan proporsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Cai, X., Xian, Y., Liu, T., Zhou, Y., Chen, Q., & Cui, H. (2025). A study on factors influencing digital sports participation among Chinese secondary school students based on explainable machine learning. *Scientific Reports*, *15*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00769-x>
- Cojocaru, A.-M., et al. (2022). The impact of agile management and technology in teaching and practicing physical education and sports. *Sustainability*, *14*(12). <https://doi.org/10.3390/su14127468>
- Ferraz, A., Duarte-Mendes, P., Sarmento, H., Valente-dos-Santos, J., & Travassos, B. (2023). Tracking devices and physical performance analysis in team sports: A comprehensive framework for research—trends and future directions. *Frontiers in Sports and Active Living*. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1284086>
- Frevel, N., Beiderbeck, D., & Schmidt, S. L. (2022). The impact of technology on sports – A prospective study. *Technological Forecasting and Social Change*, *182*, 121838. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121838>
- Hliš, T., Fister, I., & Fister Jr, I. (2024). Digital twins in sport: Concepts, taxonomies, challenges and practical potentials. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2407.11990>
- Kim, T., et al. (2019). Sport technology consumers: Segmenting users of sports wearable devices based on technology readiness. *Sport Business and Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/SBM-03-2018-0021>
- Kunz, R. E., et al. (2019). Sport content and virtual reality technology acceptance. *Sport Business and Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/SBM-02-2018-0014>
- Lee, S.-A., & Park, J.-H. (2025). Systematic review and meta-analysis of standalone digital behavior change interventions on physical activity. *npj Digital Medicine*, *8*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01827-4>
- Liang, J., et al. (2023). Application of artificial intelligence wearable devices in mass sports activity evaluation. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-07845-3>
- Mataruna-Dos-Santos, L. J. (2020). Innovating in sport management: The impact of COVID-19 on technological advancements in the sports industry. In *Information Technology in Economics*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47458-0_21
- Olsen, R. J., Hasan, S. S., Woo, J. J., Nawabi, D. H., & Ramkumar, P. N. (2025). The fundamentals and applications of wearable sensor devices in sports medicine: A scoping review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *41*(2), 473–492. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2024.01.042>
- Qi, Y., Sajadi, S. M., Baghaei, S., Rezaei, R., & Li, W. (2024). Digital technologies in sports: Opportunities, challenges, and strategies for safeguarding athlete wellbeing and competitive integrity in the digital era. *Technology in Society*, *77*, 102496. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102496>

- Qian, R., & Kim, K. (2025). The intention of sports participants to utilize digital technology for engagement: The moderating role of self-efficacy. *Behavioral Sciences*, 15(3), 367. <https://doi.org/10.3390/bs15030367>
- Ratten, V. (2020). Sport technology: A commentary. *Journal of High Technology Management Research*, 31(1). <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2020.100383>
- Robertson, S., Zandler, J., De Mey, K., Haycraft, J., Ash, G. I., Brockett, C., Seshadri, D., Woods, C., Kober, L., Aughey, R., & Rogowski, J. (2024). Development of a sports technology quality framework. *Journal of Sports Sciences*, 41(22), 1983–1993. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2308435>
- Romagnoli, S., et al. (2023). Wearable and portable devices for acquisition of cardiac signals while practicing sport: A scoping review. *Sensors*. <https://doi.org/10.3390/s23052547>
- Seçkin, A. Ç., Ateş, B., & Seçkin, M. (2023). Review on wearable technology in sports: Concepts, challenges and opportunities. *Applied Sciences*, 13(18), 10399. <https://doi.org/10.3390/app131810399>
- Shukla, T. D. (2024). The impact of digital technology on athletic performance: A review of wearable devices and sports analytics. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, 5(1). <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i1.2024.1645>
- Torres, P. E., et al. (2021). A systematic review of physical-digital play technology and developmentally relevant child behaviour. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2105.10731>
- Turi, M., Wismanadi, H., & Kumaat, N. A. (2025). Analisis dampak teknologi wearable, keberlanjutan event, dan e-sports terhadap kesehatan fisik dan mental. *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*. <https://doi.org/10.31539/jpjo.v8i3.12999>
- Zhao, S., et al. (2023). Multi-sensor information fusion based on machine learning for human activity recognition. *Information Fusion*. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2022.10.012>