

Analisis Bibliometrik Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Riset Kepelatihan Olahraga di Indonesia Tahun 2011-2025

Muhammad Rafi Valliansyah ^{a,1,*}, Lala Septem Riza ^{b,2}, Rani Megasari ^{b,3}, Alen Rismayadi ^{b,4}

^a Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

^b Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

¹ rafivalli261@upi.edu*; ² lala.s.riza@upi.edu; ³ megasari@upi.edu; ⁴ rismayadi@upi.edu;

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article history

Received 2025-07-02

Revised 2025-08-12

Accepted 2025-08-15

Keywords

sport coaching
coach education
artificial intelligence
bibliometric
Indonesia

Kata kunci

kepelatihan olahraga
pendidikan kepelatihan
kecerdasan buatan
bibliometrik
Indonesia

ABSTRACT

Sports have a significant influence on the lives of Indonesian people. However, the application of artificial intelligence in sports coaching has not received much attention from researchers. This study analyzes the development of research on the use of artificial intelligence in sports coaching through a bibliometric approach. Data were obtained from 176 scientific publications indexed in Scopus, focusing on the number of publications, productive authors and institutions, most-cited articles, and the structure of keyword relationships within the co-occurrence network. The analysis shows that this topic is multidisciplinary, with the largest contributions coming from Universitas Negeri Surabaya (10 articles), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) (7 articles), and Universitas Negeri Jakarta (7 articles). Keywords such as sports, machine learning, artificial intelligence, and robotics are central in conceptual linkages. Review-themed articles and studies on the use of wearable devices and classification algorithms dominate citations, with the highest-cited article reaching 20 citations. The findings reveal that research still tends to focus on technical and physical aspects, with little exploration of the social, psychological, and ethical dimensions of AI use in sports. This study provides an academic overview and identifies potential directions for future research to support modern sports coaching.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Abstrak

Olahraga memiliki pengaruh besar dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Namun, penerapan kecerdasan buatan dalam kepelatihan olahraga belum mendapat banyak perhatian dari peneliti. Riset ini akan menganalisis perkembangan riset pemanfaatan kecerdasan buatan dalam kepelatihan olahraga melalui pendekatan bibliometrik. Data diperoleh dari 176 publikasi ilmiah yang terindeks Scopus, dengan fokus pada jumlah publikasi, penulis dan institusi produktif, artikel yang paling banyak disitasi, serta struktur hubungan kata kunci dalam jaringan co-occurrence. Hasil analisis menunjukkan topik ini bersifat multidisipliner, dengan kontribusi terbesar berasal dari Universitas Negeri Surabaya (10 artikel), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) (7 artikel), dan Universitas Negeri Jakarta (7 artikel). Kata kunci seperti sports, machine learning, artificial intelligence, dan robotics menjadi pusat dalam keterkaitan konsep. Artikel dengan tema review dan pemanfaatan wearable devices serta algoritma klasifikasi mendominasi sitasi, dimana artikel dengan sitasi tertinggi mencapai 20 kali. Temuan mengungkap bahwa penelitian masih cenderung berfokus pada aspek teknis dan fisik, dengan sedikit eksplorasi pada dimensi sosial, psikologis, dan etis dari penggunaan AI dalam olahraga. Penelitian ini memberikan gambaran keilmuan serta mengidentifikasi potensi arah pengembangan riset selanjutnya untuk mendukung kepelatihan olahraga modern.

Artikel ini open akses sesuai dengan lisensi [CC-BY-SA](#)



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah menghadirkan transformasi signifikan di berbagai sektor kehidupan, termasuk dalam bidang olahraga. Dalam konteks kepelatihan olahraga, AI menawarkan peluang untuk meningkatkan efektivitas program latihan melalui analisis data performa atlet secara *real-time* (Vec et al., 2024), simulasi permainan dengan sistem cerdas (Javadiha et al., 2025), serta estimasi lintasan pada lemparan bola (Deng, 2025). Teknologi seperti *machine learning*, *computer vision*, dan sensor cerdas kini mulai diintegrasikan dalam kegiatan pelatihan guna memantau intensitas latihan, menganalisis teknik gerakan, hingga memprediksi risiko cedera. Fenomena ini menunjukkan adanya pergeseran paradigma dari pendekatan tradisional menuju pendekatan berbasis data dan integrasi teknologi dalam kepelatihan modern.

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam olahraga menunjukkan variasi pendekatan dan kemajuan di berbagai negara, mencerminkan prioritas dan konteks masing-masing. Di Tiongkok, penelitian berfokus pada pemodelan gerak dan analisis teknik spesifik, seperti pengenalan gerakan tari olahraga menggunakan kombinasi Graph Convolutional Network (GCN) dan Siamese Neural Network (SNN) untuk memberikan panduan personal yang presisi (Xie et al., 2025), serta prediksi akurasi gerak tembakan bebas bola basket melalui modul transformasi spasial dan estimasi pose 3D (Deng, 2025). Pendekatan ini menonjol pada pemanfaatan AI untuk peningkatan keterampilan teknis individual berbasis data spasial dan biomekanik. Sementara itu, di Hungaria, fokusnya adalah pada analisis video berbasis AI untuk kedokteran olahraga, khususnya pelacakan gerak tanpa penanda (*markerless*) dalam lingkungan olahraga nyata, yang meski menunjukkan kemajuan, masih menghadapi kendala seperti oklusi dan sinkronisasi data (Schulc et al., 2025). Di Jerman, penelitian pada cabang olahraga akrobatik seperti cheerleading memanfaatkan sensor inersia tunggal untuk mengklasifikasikan elemen tumbling secara objektif, menunjukkan potensi AI dalam menambah objektivitas penilaian pada olahraga dengan komponen artistik tinggi (Wesely et al., 2025). Di Amerika Serikat, penggunaan AI berkembang ke arah pemanfaatan Large Language Models (LLM) seperti ChatGPT-4 dan Gemini untuk mendukung edukasi pasien serta klinisi terkait panduan praktik klinis rekonstruksi ACL, dengan Gemini menunjukkan keunggulan dalam kejelasan dan kelengkapan jawaban (Quinn et al., 2025).

Namun demikian, penerapan AI dalam kepelatihan olahraga masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satunya adalah ketimpangan antara potensi teknologi yang tersedia dengan implementasi aktual di lapangan, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia (Hammes et al., 2022). Beberapa penelitian pada berbagai cabang olahraga di Indonesia belum mengadopsi AI dalam kepelatihan olahraga seperti tenis (Fauzan et al., 2025), sepakbola (Firdaus, 2025), bulu tangkis (Zhannisa et al., 2025), dll. Banyak pelatih dan institusi olahraga yang belum sepenuhnya memahami atau mengadopsi teknologi AI secara optimal. Selain itu, belum terdapat pemetaan yang komprehensif mengenai tren penelitian yang telah dilakukan di bidang ini, baik dari sisi topik, kolaborasi antar institusi, maupun pendekatan teknologinya. Kurangnya pemahaman yang komprehensif terhadap

penelitian ini dapat menghambat integrasi AI secara lebih strategis dalam kepelatihan olahraga.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas implementasi AI dalam berbagai aspek olahraga, seperti penggunaan sensor pada perangkat wearable untuk pelacakan aktivitas fisik (De Fazio et al., 2023), pengembangan robot untuk simulasi permainan (Hu et al., 2025), serta prediksi strategi bermain dengan Algoritma Knuth-Morris-Pratt (Riza et al., 2018). Studi-studi tersebut tersebar dalam berbagai jurnal dan prosiding konferensi internasional, mencerminkan sifat multidisipliner dari topik ini. Namun demikian, belum ada studi bibliometrik yang secara khusus menganalisis pola publikasi, kontribusi institusi, tema dominan, serta jaringan keterkaitan antar-topik dalam lingkup pemanfaatan AI dalam kepelatihan olahraga, khususnya dengan fokus pada kontribusi dari peneliti dan institusi di Indonesia.

Dari kondisi tersebut, terdapat *research gap* yang perlu dijawab melalui pendekatan bibliometrik yang sistematis (Wahyudin et al., 2024). Studi ini hadir dengan kebaruan (*novelty*) berupa pemetaan menyeluruh terhadap tren dan struktur penelitian AI dalam kepelatihan olahraga berdasarkan analisis *co-occurrence keywords*, afiliasi institusi, serta artikel dan penulis yang paling berpengaruh. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran umum tentang perkembangan keilmuan di bidang tersebut, tetapi juga dapat menjadi dasar dalam merumuskan arah kebijakan riset dan pengembangan teknologi olahraga di masa depan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis secara bibliometrik publikasi-publikasi ilmiah yang berkaitan dengan pemanfaatan kecerdasan buatan dalam kepelatihan olahraga. Analisis dilakukan terhadap berbagai aspek, seperti sumber publikasi, institusi dan penulis produktif, artikel yang paling banyak disitasi, serta struktur jaringan kata kunci yang muncul dalam literatur. Dengan memahami peta keilmuan dan arah perkembangan riset, diharapkan hasil studi ini dapat memberikan kontribusi dalam penguatan kolaborasi lintas disiplin serta pemanfaatan AI yang lebih optimal dalam mendukung performa dan pelatihan atlet di berbagai tingkat kejuaraan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis bibliometrik. Penelitian ini akan memberikan perspektif historis mengenai riset yang sudah dilakukan sebelumnya serta mengevaluasi tren dalam lingkup kepelatihan olahraga dan kecerdasan buatan. Setelah mendapatkan hasil analisis, pembahasan penelitian akan diisi dengan ulasan terkait implementasi kecerdasan buatan dalam riset kepelatihan olahraga di Indonesia.

Pengumpulan data perlu dilakukan terlebih dahulu untuk melakukan analisis bibliometrik (Chen et al., 2023; Donthu et al., 2021). Data yang dibutuhkan berupa data publikasi dalam ranah kepelatihan olahraga dan kecerdasan buatan yang diperoleh dari database Scopus (Kusuma et al., 2024). Rentang waktu penelitian tidak dijadikan batasan untuk melihat perkembangan penelitian dari masa ke masa. Detail pencarian yang digunakan dalam pengumpulan data pada database Scopus adalah sebagai

berikut.

Tabel 1. Kueri Database Scopus

Negara	Pencarian	Hasil	Tanggal Unduh
Indonesia	(sport OR "sport coaching" OR "sports coaching" OR "physical education" OR "coach education" OR "coaching development" OR "sport science" OR "exercise science" OR "human performance" OR "athlete monitoring") AND ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "data mining" OR "AI" OR "predictive analytics")	102	27 Juni 2025

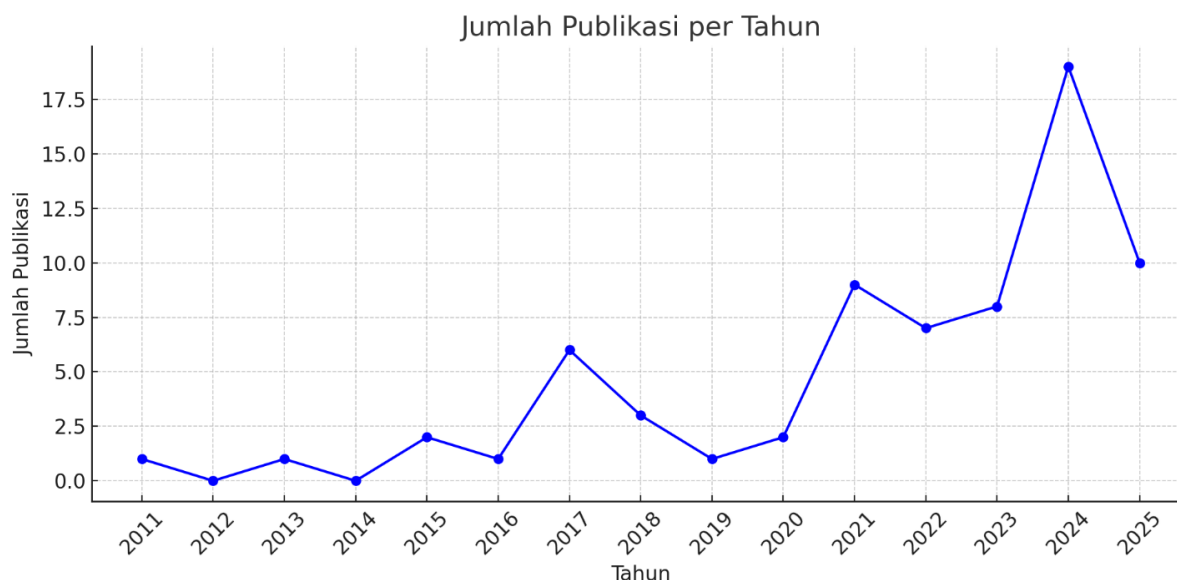
Sumber : Dokumen Penulis 2025

Tabel 1 menunjukkan detail pencarian yang dilakukan pada database Scopus. Hasil pencarian yang diperoleh yakni sejumlah 102 artikel. Namun, setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan membaca judul dan abstrak, artikel yang dilibatkan dalam riset berjumlah 70 artikel. Hal tersebut disebabkan karena 32 artikel lainnya tidak sesuai dengan tema kepelatihan olahraga dan kecerdasan buatan. Setelah itu, analisis akan dilakukan dengan software R Studio dengan menggunakan library Bibliometrix.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Gambar 1 menunjukkan tren riset dari tahun ke tahun. Tren dari riset kepelatihan olahraga dan kecerdasan buatan dimulai pada tahun 2011 dengan 1 artikel. Publikasi artikel mengalami kenaikan pada 2016 ke 2017, 2020 ke 2021, dan yang paling signifikan yakni pada 2023 ke 2024. Meskipun terdapat fluktuasi pada beberapa tahun tertentu, tren publikasi artikel cenderung positif. Hal ini menunjukkan ketertarikan peneliti Indonesia terhadap tema kepelatihan olahraga dan kecerdasan buatan meningkat.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Gambar 1. Publikasi Ilmiah Tahunan

Tabel 1 menunjukkan bahwa topik ini telah menarik perhatian di berbagai forum ilmiah, baik jurnal maupun prosiding konferensi. Jurnal Retos menjadi sumber yang paling produktif dengan jumlah lima artikel yang relevan, menunjukkan konsistensinya sebagai wadah utama dalam diskursus olahraga dan teknologi. Sumber lain berasal dari AIP Conference Proceedings, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, serta Social Sciences and Humanities Open yang masing-masing menyumbang dua artikel. Keberagaman ini mencerminkan sifat interdisipliner kajian, yang menggabungkan ilmu olahraga, rekayasa, dan ilmu sosial. Selain itu, beberapa konferensi internasional seperti IEEE ISCAIE 2023, ICCED 2022, CITSM 2023 & 2024, ICAMIMIA 2023, dan ICAIIC 2023 masing-masing menyumbang satu artikel. Munculnya publikasi dalam konferensi bertema mekatronika, layanan TI, serta otomasi industri menandakan bahwa pemanfaatan AI dalam kepelatihan olahraga tidak hanya berfokus pada aspek pelatihan teknis, tetapi juga pada integrasi sistem cerdas dalam manajemen data atlet, analisis performa, dan optimalisasi strategi pelatihan berbasis teknologi. Temuan ini menunjukkan perkembangan pesat dan peluang riset lanjutan dalam integrasi AI dan kepelatihan olahraga yang semakin meluas lintas disiplin.

Tabel 1. Sumber Publikasi Paling Relevan

Sumber Karya Ilmiah	Jumlah Artikel
Retos	5
AIP Conference Proceedings	2
IOP Conference Series: Materials Science And Engineering	2
Social Sciences And Humanities Open	2
13th IEEE Symposium On Computer Applications And Industrial Electronics, ISCAIE 2023	1

2022 IEEE 8th International Conference On Computing, Engineering And Design, ICCED 2022	1
2023 11th International Conference On Cyber And It Service Management, CITSM 2023	1
2023 International Conference On Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture And Industrial Automation, ICAMIMIA 2023 – Proceedings	1
2024 12th International Conference On Cyber And It Service Management, CITSM 2024	1
5th International Conference On Artificial Intelligence In Information And Communication, ICAIIC 2023	1

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Kemajuan serta perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah membuka peluang kolaborasi lintas bidang yang semakin luas, sehingga penelitian tentang AI dalam kepelatihan olahraga tidak lagi terbatas pada domain ilmu keolahragaan semata. Adanya kebutuhan akan analisis data atlet yang lebih akurat, sistem pemantauan performa real-time, serta perancangan strategi berbasis data mendorong keterlibatan disiplin teknik, mekatronika, dan ilmu komputer. Di sisi lain, aspek manajemen, kebijakan, dan interaksi sosial dalam penerapan teknologi ini memicu minat peneliti di bidang ilmu sosial dan humaniora. Kombinasi faktor tersebut membuat topik ini relevan di berbagai forum ilmiah, baik dalam jurnal spesialis olahraga maupun prosiding konferensi teknologi dan sains terapan, yang pada akhirnya memperkuat sifat interdisipliner dan keberlanjutan riset di bidang ini.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kontribusi kajian yang mencakup berbagai institusi pendidikan tinggi yang tersebar di Indonesia. Edi Setiawan dari Universitas Suryakencana menempati posisi teratas dengan tiga publikasi, menunjukkan konsistensi dalam mengembangkan riset interdisipliner antara olahraga dan teknologi. Disusul oleh sembilan penulis lainnya yang masing-masing memiliki dua publikasi, seperti Lilik Anifah dan Muhamad Syariffuddien Zuhrie dari Universitas Negeri Surabaya, serta Sigit Nugroho dari Universitas Negeri Yogyakarta, yang menunjukkan peran aktif lembaga pendidikan keguruan dalam mengintegrasikan teknologi AI ke dalam konteks pendidikan jasmani dan pelatihan. Keberagaman afiliasi, mulai dari Institut Teknologi Bandung, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, hingga politeknik dan universitas berbasis Nahdlatul Ulama, mencerminkan upaya kolaboratif lintas disiplin dan lintas institusi dalam mendorong inovasi berbasis AI untuk mendukung performa olahraga. Temuan ini juga menunjukkan bahwa pengembangan riset AI dalam olahraga tidak hanya terkonsentrasi di perguruan tinggi ternama, tetapi juga menyebar merata ke berbagai institusi dengan karakteristik keilmuan yang beragam.

Tabel 2. Penulis Paling Produktif

Penulis	Jumlah Artikel	Afiliasi
Edi Setiawan	3	Universitas Suryakencana
Lilik Anifah	2	Universitas Negeri Surabaya

Erick Burhaein	2	Universitas Maarif Nahdlatul Ulama Kebumen
Novri Gazali	2	Universitas Islam Riau
Lalu Moh Yudha Isnaini	2	Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat
Sigit Nugroho	2	Universitas Negeri Yogyakarta
Ary Setijadi Prihatmanto	2	Institut Teknologi Bandung
Muhammad Ali Ramdhani	2	UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Iwan Kurnianto Wibowo	2	Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Muhamad Syariffuddien Zuhrie	2	Universitas Negeri Surabaya

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Peningkatan kesadaran akan potensi teknologi AI dalam mendukung pengembangan olahraga telah mendorong peneliti dari berbagai latar belakang dan institusi untuk berkontribusi secara aktif. Kolaborasi lintas disiplin antara bidang pendidikan jasmani, pelatihan olahraga, dan teknologi memberikan peluang untuk menghasilkan inovasi yang relevan dan aplikatif. Selain itu, perkembangan kebijakan pendidikan tinggi di Indonesia yang mendorong publikasi ilmiah serta dukungan dari pendanaan riset membuat berbagai perguruan tinggi, termasuk yang berada di luar lingkup universitas besar, mampu bersaing dalam menghasilkan penelitian berkualitas. Keterlibatan institusi dengan karakteristik keilmuan yang beragam juga memperkaya sudut pandang dalam pengembangan AI di bidang olahraga, sehingga menghasilkan jaringan peneliti yang lebih luas, pemerataan kontribusi penelitian, dan percepatan adopsi teknologi di berbagai level pendidikan dan pelatihan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa penelitian dengan pendekatan sistematis dan teknologi *wearable* menjadi yang paling menonjol. Artikel oleh Arif et al. (2024) berjudul "A Systematic Literature Review of Serious Games for Physical Education" menempati posisi tertinggi dengan 20 sitasi, mencerminkan pentingnya kajian menyeluruh terhadap implementasi game edukatif dalam pendidikan jasmani. Disusul oleh Nurwanto et al. (2016) yang memperoleh 19 sitasi melalui penelitian deteksi olahraga ringan menggunakan smartwatch dan smartphone—mengindikasikan minat besar pada integrasi perangkat pintar dalam pelacakan aktivitas fisik. Artikel-artikel lain yang cukup berpengaruh mencakup penerapan algoritma untuk pengenalan aktivitas fisik (Beily et al., 2016) dan optimasi permainan sepak bola (Purnomo & Wee, 2015), masing-masing dengan 12 dan 11 sitasi, menunjukkan relevansi tinggi antara teknik komputasi cerdas dan pengembangan strategi olahraga. Selain itu, muncul juga penelitian yang mengkaji aspek pemasaran olahraga, komposisi tim berbasis AI, serta evaluasi fisik atlet melalui metode fuzzy dan teori keputusan. Dominasi tema seperti deteksi aktivitas, optimasi strategi permainan, dan pemanfaatan AI dalam seleksi atlet menunjukkan arah perkembangan riset yang semakin mendalam pada integrasi kecerdasan buatan ke dalam proses pelatihan, evaluasi, dan manajemen performa olahraga.

Tabel 3. Artikel Paling Berpengaruh

Penulis dan Tahun	Judul	Total Sitasi
(Arif et al., 2024)	A Systematic Literature Review of Serious Games for Physical Education: Technologies, Implementations, and Evaluations	20
(Nurwanto et al., 2016)	Light sport exercise detection based on smartwatch and smartphone using k-Nearest Neighbor and Dynamic Time Warping algorithm	19
(Beily et al., 2016)	A sensor based on recognition activities using smartphone	12
(Purnomo & Wee, 2015)	Soccer game optimization with substitute players	11
(Liao et al., 2021)	Investigating sports behaviors and market in Taiwan for sports leisure and entertainment marketing online recommendations	11
(Lubis et al., 2021)	Does aerobic interval training induce a decrease in body weight in pencak silat elite athletes?	10
(Albab et al., 2017)	Path planning for mobile robot soccer using genetic algorithm	9
(Sasmoko et al., 2019)	The Repercussions of Game Multiplayer Online Battle Arena	8
(Gerhana et al., 2018)	Decision support system for football player's position with tsukamoto fuzzy inference system	6
(Ramadiani et al., 2021)	Selection of Pencak Silat Athletes to Represent the Single Defense Arts Competition Using Multi Atribute Utility Theory	5

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Pada zaman modern ini, fokus penelitian olahraga mulai bergeser menuju integrasi teknologi canggih dan pendekatan berbasis data untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, pelatihan, serta manajemen performa. Pendekatan sistematis, seperti tinjauan literatur menyeluruh, memberikan landasan teoritis yang kuat bagi pengembangan inovasi baru, sehingga cenderung menjadi rujukan utama bagi peneliti lain. Sementara itu, penggunaan teknologi wearable seperti smartwatch dan smartphone semakin populer seiring dengan meningkatnya ketersediaan perangkat tersebut dan kemampuannya dalam menyediakan data real-time yang akurat, memudahkan analisis aktivitas fisik secara objektif. Penerapan algoritma pengenalan aktivitas, optimasi strategi permainan, dan pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pemilihan atau evaluasi atlet juga selaras dengan kebutuhan dunia olahraga modern yang menuntut efisiensi, personalisasi, dan pengambilan keputusan berbasis bukti. Kombinasi faktor-faktor ini mendorong penelitian di bidang tersebut untuk menjadi pusat perhatian, sehingga menghasilkan tingkat sitasi yang tinggi dan memperkuat posisinya sebagai tren utama dalam riset olahraga berbasis teknologi.

Tabel 4 menunjukkan bahwa Universitas Negeri Surabaya menempati posisi teratas dengan 10 artikel, mengindikasikan peran dominan dalam pengembangan riset kecerdasan buatan (AI) yang terkait dengan pendidikan jasmani dan kepelatihan olahraga. Disusul oleh Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) dan Universitas Negeri Jakarta yang masing-masing menyumbang 7 artikel, memperlihatkan kontribusi kuat dari institusi teknologi dan pendidikan dalam mengintegrasikan AI untuk meningkatkan efektivitas pelatihan dan pengambilan keputusan dalam bidang olahraga. Beberapa

perguruan tinggi lain seperti Universitas Bina Nusantara, Universitas Sebelas Maret, Universitas Airlangga, dan Universitas Bengkulu masing-masing berkontribusi dengan 6 publikasi, menunjukkan penyebaran minat penelitian ini secara merata di berbagai wilayah dan latar belakang institusi. Universitas Hasanuddin dan Universitas Negeri Yogyakarta juga menunjukkan kontribusi substansial dengan masing-masing 5 artikel, sementara Universitas Telkom hadir dengan 4 publikasi. Secara keseluruhan, data ini mencerminkan keterlibatan aktif berbagai perguruan tinggi di Indonesia, baik dari bidang teknologi, pendidikan, maupun kesehatan, dalam pengembangan solusi AI yang aplikatif untuk dunia kepelatihan olahraga.

Tabel 4. Afiliasi Paling Berpengaruh

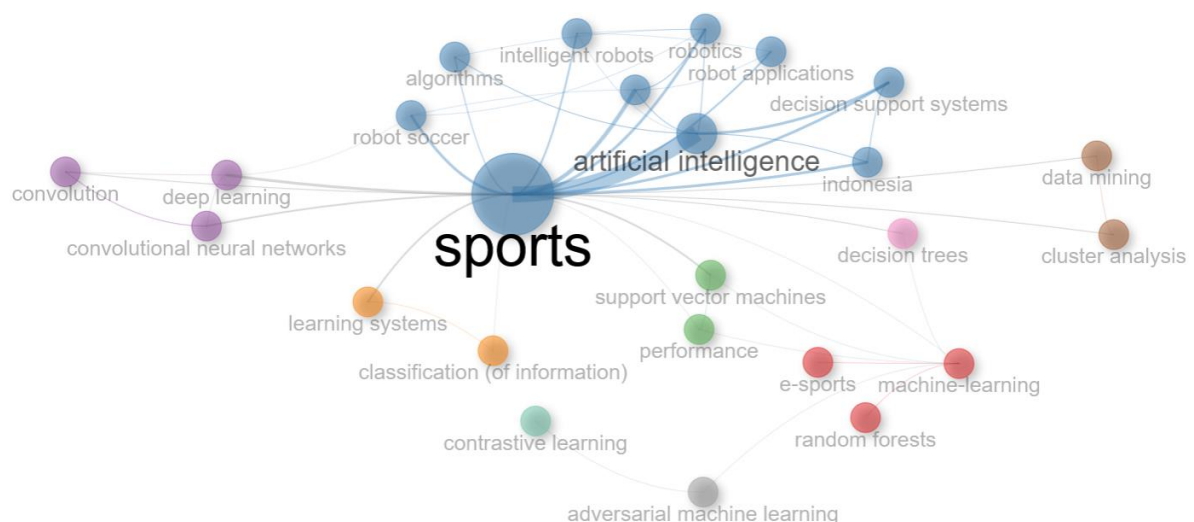
Afiliasi	Jumlah Artikel
Universitas Negeri Surabaya	10
Institut Teknologi Sepuluh November	7
Universitas Negeri Jakarta	7
Universitas Bina Nusantara	6
Universitas Sebelas Maret	6
Universitas Airlangga	6
Universitas Bengkulu	6
Universitas Hasanuddin	5
Universitas Negeri Yogyakarta	5
Universitas Telkom	4

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Universitas Negeri Surabaya menonjol dengan jumlah publikasi tertinggi kemungkinan disebabkan oleh adanya kelompok riset yang fokus pada integrasi kecerdasan buatan dalam bidang pendidikan jasmani dan kepelatihan olahraga, didukung oleh fasilitas penelitian serta kolaborasi lintas disiplin yang kuat. Sementara itu, kontribusi dari Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) dan Universitas Negeri Jakarta menunjukkan bahwa institusi dengan basis teknologi dan pendidikan memiliki kapasitas besar dalam mengembangkan inovasi berbasis AI, terutama melalui pemanfaatan keahlian di bidang *data science*, *machine learning*, dan pedagogi olahraga. Keterlibatan universitas dari berbagai daerah seperti Universitas Bina Nusantara, Universitas Sebelas Maret, Universitas Airlangga, dan Universitas Bengkulu menandakan bahwa minat penelitian ini tidak terpusat di satu wilayah saja, melainkan tersebar berkat meningkatnya kesadaran akan peran AI dalam meningkatkan kinerja atlet dan efektivitas pelatihan. Selain itu, dukungan pendanaan riset, kerjasama internasional, dan adanya program studi yang relevan turut mempercepat produksi publikasi di berbagai perguruan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam kepelatihan olahraga bukan hanya tren sementara, tetapi merupakan arah strategis yang diadopsi oleh banyak institusi pendidikan tinggi di Indonesia.

Gambar 2 menunjukkan analisis *co-occurrence network* dalam penelitian mengenai kecerdasan buatan (AI) pada kepelatihan olahraga, terlihat adanya pembentukan beberapa kluster tema utama yang

saling terhubung. Kata kunci "sports" muncul sebagai pusat utama dalam jaringan, menunjukkan peran penting sebagai topik inti yang menghubungkan berbagai konsep lain. Di sekelilingnya, topik seperti "artificial intelligence", "robotics", dan "robot soccer" membentuk jaringan yang erat dalam klaster yang sama, mencerminkan kuatnya keterkaitan antara teknologi robotik dan penerapannya dalam konteks olahraga. Sementara itu, "machine-learning" muncul sebagai simpul penting dari klaster berbeda, dengan posisi strategis yang menghubungkan berbagai konsep AI lainnya, termasuk "e-sports" dan "random forests", menunjukkan fokus riset yang berkembang ke arah latihan berbasis data dan analitik performa digital. Klaster lainnya mencakup pendekatan algoritmik seperti "deep learning", "support vector machines", hingga "decision support systems", yang mencerminkan pendekatan teknis dalam pengambilan keputusan pelatihan berbasis AI. Terdapat pula klaster-klaster kecil yang mengangkat isu khusus, seperti "adversarial machine learning", "decision trees", dan "contrastive learning", menunjukkan diversifikasi topik yang mulai mengeksplorasi metode canggih dalam pembelajaran mesin. Secara keseluruhan, struktur jaringan ini mencerminkan integrasi multidisipliner antara olahraga, AI, dan teknologi robotik, serta menunjukkan arah perkembangan riset yang tidak hanya fokus pada pelatihan fisik, tetapi juga mencakup analitik, pengambilan keputusan, dan optimasi performa berbasis teknologi cerdas.



Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis menggunakan R Studio 2025

Gambar 2. Co-occurrence Network Riset AI dalam Kevelatihan Olahraga

Perkembangan teknologi AI mendorong integrasi antara olahraga, analisis data, dan sistem komputer, sehingga membentuk keterkaitan topik yang semakin kompleks. Kemunculan kata kunci "sports" sebagai pusat jaringan mencerminkan bahwa olahraga menjadi titik temu bagi berbagai disiplin, mulai dari robotika hingga *machine learning*, yang saling memperkuat dalam konteks pelatihan

dan analisis performa. Penerapan robotik dalam olahraga, misalnya pada “robot soccer”, secara alami terhubung dengan kemajuan di bidang AI, sementara teknik seperti “deep learning” dan “support vector machines” mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat. Selain itu, tren peningkatan fokus pada e-sports dan analitik berbasis algoritma seperti “random forests” dan “contrastive learning” menunjukkan perluasan ranah penelitian ke arah performa digital dan simulasi cerdas. Keterhubungan klaster-klaster ini menggambarkan bahwa riset AI dalam kepelatihan olahraga tidak berkembang secara terpisah, melainkan membentuk ekosistem pengetahuan yang saling mendukung dan memperkaya satu sama lain.

Pembahasan

Hasil bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam kepelatihan olahraga merupakan topik yang berkembang pesat dan tersebar di berbagai jenis publikasi, baik jurnal ilmiah maupun prosiding konferensi. Jurnal Retos menjadi sumber utama dengan kontribusi publikasi tertinggi, yang menunjukkan bahwa bidang olahraga dan teknologi telah menjadi perhatian serius dalam konteks akademik. Sementara itu, sejumlah konferensi internasional dari berbagai disiplin seperti mekatronika, kecerdasan buatan, dan teknologi informasi turut berkontribusi terhadap penyebaran pengetahuan ini. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan terhadap AI dalam kepelatihan olahraga sangat bersifat multidisipliner dan terbuka terhadap kontribusi dari berbagai domain ilmu.

Dari sisi pengaruh ilmiah, artikel-artikel yang paling banyak disitasi memperlihatkan bahwa kajian sistematis, penerapan sensor berbasis perangkat pintar, serta algoritma optimasi dan klasifikasi merupakan fokus utama dalam penelitian. Artikel dengan topik literatur review tentang *serious games* untuk pendidikan jasmani menempati posisi teratas dalam jumlah sitasi, mengindikasikan bahwa aspek edukatif dan interaktif dari teknologi berbasis AI memiliki daya tarik tersendiri. Selain itu, riset mengenai *wearable devices* dan deteksi aktivitas fisik juga banyak dikutip, mencerminkan tren global dalam penggabungan teknologi pemantauan ke dalam kegiatan pelatihan dan evaluasi performa atlet.

Dari sisi kontribusi institusi, Universitas Negeri Surabaya memimpin dalam jumlah publikasi, menunjukkan komitmennya dalam pengembangan keilmuan di bidang teknologi olahraga. Disusul oleh institusi teknologi seperti ITS dan Universitas Bina Nusantara, serta universitas kependidikan dan kesehatan lainnya. Persebaran institusi yang berkontribusi juga cukup luas, baik secara geografis maupun secara disiplin ilmu, mengindikasikan adanya kolaborasi antara bidang pendidikan jasmani, teknik, ilmu komputer, dan ilmu kesehatan. Hal ini membuka peluang besar untuk riset lintas sektoral dalam menyempurnakan implementasi AI pada praktik dan strategi kepelatihan.

Analisis jaringan co-occurrence menunjukkan bahwa istilah seperti sports, artificial intelligence, dan machine learning merupakan pusat utama dari interaksi konsep dalam literatur yang dianalisis. Klaster yang terbentuk menunjukkan keberagaman pendekatan—dari yang bersifat praktikal

seperti robot soccer dan decision support systems, hingga yang bersifat metodologis seperti deep learning, support vector machines, dan adversarial learning. Keterhubungan antara konsep-konsep ini menunjukkan bahwa penelitian AI dalam kepelatihan olahraga tidak hanya terbatas pada pengembangan alat bantu, tetapi juga mencakup optimalisasi proses pengambilan keputusan dan prediksi performa melalui algoritma cerdas. Hal ini memperlihatkan peluang besar untuk pengembangan sistem pendukung pelatih (coach support systems) yang mampu memberikan rekomendasi berbasis data real-time.

Berdasarkan konsep Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, 1989; Davis et al., 1989), penelitian ini dapat dipahami sebagai upaya kolektif untuk meningkatkan *perceived usefulness* dan *perceived ease of use* dari teknologi AI dalam kepelatihan olahraga. Kajian sistematis, integrasi *wearable devices*, serta pengembangan algoritma optimasi dan klasifikasi berkontribusi pada persepsi bahwa AI mampu memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan efektivitas pelatihan, akurasi evaluasi performa, dan efisiensi pengambilan keputusan. Sementara itu, penyebaran publikasi yang melibatkan berbagai institusi teknologi, pendidikan, dan kesehatan menunjukkan adanya dorongan untuk menciptakan solusi yang lebih mudah diakses dan digunakan oleh pelatih, atlet, maupun pengelola tim. Analisis *co-occurrence network* yang memperlihatkan keterhubungan erat antara konsep seperti *sports*, *machine learning*, dan *decision support systems* mengindikasikan bahwa riset ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga berorientasi pada pengembangan sistem yang intuitif dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna. Dengan demikian, perkembangan penelitian AI dalam kepelatihan olahraga dapat dilihat sebagai proses menuju penerimaan teknologi yang lebih luas, di mana keberhasilan adopsi sangat dipengaruhi oleh persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan dan manfaat yang ditawarkan.

Riset ini berfokus pada penerapan kecerdasan buatan dalam kepelatihan olahraga yang lebih spesifik dan tidak sekadar membahas AI dalam konteks olahraga secara umum. Sebagai contoh, beberapa studi bibliometrik terdahulu menempatkan pembahasan AI pada ranah luas seperti sports performance analysis, health monitoring, atau injury prevention, tanpa menggali secara mendalam peran AI dalam mendukung proses pengambilan keputusan pelatih dan peningkatan keterampilan atlet. Penelitian ini berbeda karena menyoroti tren integrasi AI dengan *wearable devices*, analisis biomekanik, dan sistem pendukung keputusan yang secara langsung terkait dengan praktik kepelatihan. Selain itu, dibandingkan dengan penelitian review yang hanya mengandalkan analisis tren publikasi dan *keyword mapping*, studi ini mengombinasikan analisis kuantitatif (*co-occurrence network*, *citation analysis*) dengan interpretasi kerangka konseptual Technology Acceptance Model (TAM) untuk memahami arah adopsi teknologi. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menggambarkan peta perkembangan ilmiah, tetapi juga memberikan wawasan strategis mengenai faktor-faktor yang dapat mempercepat penerimaan AI di lingkungan kepelatihan olahraga.

Dibandingkan dengan studi-studi terdahulu yang bersifat kajian literatur maupun bibliometrik,

penelitian ini menawarkan kekhasan pada fokus multidisipliner dalam memetakan tren kecerdasan buatan (AI) pada kepelatihan olahraga. Penelitian Jumareng et al. (2024) misalnya, mengkaji perkembangan *sport science* di Indonesia secara umum melalui analisis bibliometrik tanpa batasan pada teknologi atau AI, sehingga temuannya lebih menggambarkan peta publikasi nasional dan kontribusi institusi besar dalam pengembangan ilmu olahraga. Penelitian lain membatasi kajian pada penerapan AI dalam pendidikan jasmani dengan konteks pembelajaran, yang relevan namun belum menjangkau ranah teknis kepelatihan atau analisis performa atlet (Bofill et al., 2025). Sementara itu, Pang et al. (2025) memusatkan perhatian pada AI di seni bela diri dengan cakupan teknis seperti *pose estimation* dan evaluasi aksi dengan ruang lingkup yang terbatas pada satu cabang olahraga. Di sisi lain, Yunus & Aditya (2024) menitikberatkan pada *big data* dan *machine learning* untuk *talent scouting* sepak bola profesional, memberikan kedalaman analisis dalam satu konteks spesifik tetapi tidak menggambarkan tren lintas cabang olahraga. Pietraszewski et al. (2025) mengkaji AI untuk analisis performa olahraga melalui meta-analisis yang menghasilkan gambaran akurasi model dan tantangan teknis, namun tetap berfokus pada aspek analisis performa tanpa mengintegrasikan ekosistem kepelatihan secara luas. Berbeda dari kelima studi tersebut, penelitian ini mengombinasikan pendekatan bibliometrik dengan analisis kerangka konseptual seperti Technology Acceptance Model (TAM), sehingga tidak hanya memetakan tren publikasi, tetapi juga mengidentifikasi potensi adopsi AI oleh pelatih dan institusi olahraga di berbagai cabang.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, keterbatasan pada data yang hanya mencakup publikasi dengan kata kunci tertentu dalam rentang waktu terbatas, yang mungkin belum sepenuhnya merepresentasikan keseluruhan lanskap penelitian. Kedua, dominasi tema tertentu seperti robotika dan sensor fisik menunjukkan bahwa aspek psikologis, sosial, dan pedagogis dari kepelatihan berbasis AI masih kurang terwakili. Ini menunjukkan adanya ruang besar untuk pengembangan riset di bidang human-centered AI dalam olahraga, seperti bagaimana atlet dan pelatih menerima, memahami, dan menggunakan teknologi AI dalam konteks pelatihan sehari-hari. Selain itu, riset mendalam tentang etika penggunaan AI dalam olahraga, terutama dalam konteks privasi data atlet dan bias algoritmik, juga perlu mendapatkan perhatian lebih dalam studi-studi mendatang.

Dengan demikian, arah riset selanjutnya sebaiknya memperluas pendekatan ke arah sistem hibrid yang tidak hanya mengandalkan data fisik, tetapi juga mempertimbangkan faktor kognitif dan emosional dari atlet. Pendekatan multimodal AI, integrasi serious games, serta penggunaan AI explainability tools akan sangat relevan untuk meningkatkan transparansi dan kepercayaan dalam penggunaan teknologi ini. Selain itu, kolaborasi antar peneliti dari bidang olahraga, teknik, psikologi, dan pendidikan akan menjadi kunci dalam membentuk sistem pelatihan masa depan yang adaptif, personal, dan berbasis data secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam kepelatihan olahraga merupakan bidang riset yang berkembang pesat dan bersifat multidisipliner, dengan keterlibatan luas dari berbagai institusi pendidikan di Indonesia. Topik-topik seperti machine learning, robotics, decision support systems, dan wearable technologies menjadi pusat perhatian dalam pengembangan solusi cerdas untuk mendukung pelatihan dan evaluasi performa atlet. Meskipun sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis dan fisik, potensi untuk mengembangkan pendekatan yang lebih holistik dan humanistik masih sangat terbuka lebar. Ke depan, kolaborasi lintas disiplin dan eksplorasi terhadap aspek kognitif, etis, serta pedagogis dari penerapan AI dalam olahraga perlu diperkuat guna menciptakan sistem pelatihan yang adaptif, transparan, dan berorientasi pada peningkatan kualitas atlet secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Albab, R. T. U., Wibowo, I. K., & Basuki, D. K. (2017). Path planning for mobile robot soccer using genetic algorithm. *2017 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA)*, 276–280. <https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2017.8240416>
- Arif, Y. M., Nugroho, F., Aini, Q., Fauzan, Abd. C., & Garcia, M. B. (2024). A Systematic Literature Review of Serious Games for Physical Education: Technologies, Implementations, and Evaluations. In M. B. Garcia (Ed.), *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* (pp. 1–36). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3952-7.ch001>
- Beily, M. D. E., Badjowawo, M. D., Bekak, D. O., & Dana, S. (2016). A sensor based on recognition activities using smartphone. *2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 393–398. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2016.7828692>
- Bofill, J., Pla-Campas, G., & Sebastiani, E. M. (2025). Is Artificial Intelligence an educational resource in Physical Education? A systematic review. *Apunts Educación Física y Deportes*, 160, 01–09. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/2\).160.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/2).160.01)
- Chen, H. E., Sun, D., Hsu, T.-C., Yang, Y., & Sun, J. (2023). Visualising trends in computational thinking research from 2012 to 2021: A bibliometric analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101224. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101224>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- De Fazio, R., Mastronardi, V. M., De Vittorio, M., & Visconti, P. (2023). Wearable Sensors and Smart Devices to Monitor Rehabilitation Parameters and Sports Performance: An Overview. *Sensors*, 23(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/s23041856>

- Deng, H. (2025). Basketball free throw hit probability prediction system based on deep learning object detection and pose estimation. *Systems and Soft Computing*, 7, 200334. <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2025.200334>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Fauzan, L. A., Sawali, L., Fatoni, F., Aguss, R. M., & Maulana, A. (2025). The Effect of Groundstroke Training with One-to-One Pattern and Two-to-One Pattern Methods on Tennis Players' Groundstroke Hitting Ability. *Jendela Olahraga*, 10(1), 130–143. <https://doi.org/10.26877/jo.v10i1.19179>
- Firdaus, I. A. (2025). Development of Passing Training Variations for 10-13 Year Old Children at SSB Dendi Santoso Soccer. *Jendela Olahraga*, 10(1), 53–60. <https://doi.org/10.26877/jo.v10i1.20384>
- Gerhana, Y. A., Zulfikar, W. B., Nurrokhman, Y., Slamet, C., & Ramdhani, M. A. (2018). Decision support system for football player's position with tsukamoto fuzzy inference system. *MATEC Web of Conferences*, 197, 03014. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819703014>
- Hammes, F., Hagg, A., Asteroth, A., & Link, D. (2022). Artificial Intelligence in Elite Sports—A Narrative Review of Success Stories and Challenges. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.861466>
- Hu, L., Liu, C., Jiang, W., He, D., Qu, Q., Wang, Z., & Ying, C. (2025). Application of gaming robot based on gait recognition algorithm in sports training and assistance system. *Entertainment Computing*, 52, 100763. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100763>
- Javadiha, M., Ji, J. L., Zhou, W., Lacasa, E., & Andújar, C. (2025). DRL-driven padel players: Simulating padel matches through deep reinforcement learning in real and hypothetical scenarios. *Journal of Sports Sciences*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2518693>
- Jumareng, H., Setiawan, E., Supriyadi, E., Sugiarni, R., Abdullah, K. H., Gazali, N., Ridwan, M., Demir, G. T., & Hofmeister, M. (2024). Research trends in sports sciences in Indonesia: A bibliometric analysis. *Jurnal Keolahragaan*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/jk.v12i1.69568>
- Kusuma, H. S., Nida, R. A., Listiawati, V., Rahayu, D. E., Febryola, L. A., Darmokoesoemo, H., & Amenaghawon, A. N. (2024). Trends on adsorption of lead (Pb) using water hyacinth: Bibliometric evaluation of Scopus database. *Environmental Research*, 244, 117917. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117917>
- Liao, S.-H., Widowati, R., & Yang, K.-C. (2021). Investigating sports behaviors and market in Taiwan for sports leisure and entertainment marketing online recommendations. *Entertainment Computing*, 39, 100442. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100442>
- Lubis, J., Fitrianto, J., Sukiri, S., Haqiyah, A., Sumartiningsih, S., & Nurulfa, R. (2021). Original Article Does aerobic interval training induce a decrease in body weight in pencak silat elite athletes?

- Journal of Physical Education and Sport*, 21, 2372–2380.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s4318>
- Nurwanto, F., Ardiyanto, I., & Wibirama, S. (2016). Light sport exercise detection based on smartwatch and smartphone using k-Nearest Neighbor and Dynamic Time Warping algorithm. *2016 8th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2016.7863299>
- Pang, Y., Wang, Y., Wang, Q., Li, F., Zhang, C., & Ding, C. (2025). Applications of AI in martial arts: A survey. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 239(2), 301–331. <https://doi.org/10.1177/17543371241273827>
- Pietraszewski, P., Terbalyan, A., Rocznio, R., Maszczyk, A., Ornowski, K., Manilewska, D., Kuliś, S., Zając, A., & Gołaś, A. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Sports Analytics: A Systematic Review and Meta-Analysis of Performance Trends. *Applied Sciences*, 15(13), 7254. <https://doi.org/10.3390/app15137254>
- Purnomo, H. D., & Wee, H.-M. (2015). Soccer game optimization with substitute players. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 283, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2015.01.008>
- Quinn, M., Milner, J. D., Schmitt, P., Morrissey, P., Lemme, N., Marcaccio, S., DeFroda, S., Tabaddor, R., & Owens, B. D. (2025). Artificial Intelligence Large Language Models Address Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Superior Clarity and Completeness by Gemini Compared With ChatGPT-4 in Response to American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guidelines. *Arthroscopy*, 41(6), 2002–2008. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2024.09.020>
- Ramadiani, R., Jundillah, M. L., Wibowo, D., & Maharani, S. (2021). Selection of Pencak Silat Athletes to Represent the Single Defense Arts Competition Using Multi Attribute Utility Theory. *2021 International Conference on Computer Science and Engineering (IC2SE)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/IC2SE52832.2021.9791935>
- Riza, L. S., Firmansyah, M. I., Siregar, H., Budiana, D., & Rosales-Pérez, A. (2018). Determining Strategies on Playing Badminton using the Knuth-Morris-Pratt Algorithm. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 16(6), 2763. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v16i6.11554>
- Sasmoko, Halim, S. A., Indrianti, Y., Udjaja, Y., Moniaga, J., & Makalew, B. A. (2019). The Repercussions of Game Multiplayer Online Battle Arena. *2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT)*, 443–447. <https://doi.org/10.1109/ICAIIIT.2019.8834518>
- Schulc, A., Ackermann, J., Deichsel, A., Laky, B., Münch, L. N., Eckl, L. A., Mathis, D. T., Eggeling, L., Wafaisade, A., Kittl, C., Schüttler, K. F., Günther, D., Merkely, G., & Research-Komitee der Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie (AGA). (2025). Artificial intelligence for motion analysis. *Arthroskopie*, 38(3), 238–244. <https://doi.org/10.1007/s00142-025-00776-0>

- Vec, V., Tomažič, S., Kos, A., & Umek, A. (2024). Trends in real-time artificial intelligence methods in sports: A systematic review. *Journal of Big Data*, 11(1), 148. <https://doi.org/10.1186/s40537-024-01026-0>
- Wahyudin, W., Valliansyah, M. R., Adeliyani, C. S. M., & Ulum, M. B. (2024). The potential of STEM-based curriculum in realizing 21st-century learning: Bibliometric analysis. *Inovasi Kurikulum*, 21(3). <https://doi.org/10.17509/jik.v21i3.71111>
- Wesely, S., Hofer, E., Curth, R., Paryani, S., Mills, N., Ueberschär, O., & Westermayr, J. (2025). Artificial Intelligence for Objective Assessment of Acrobatic Movements: Applying Machine Learning for Identifying Tumbling Elements in Cheer Sports. *Sensors*, 25(7), 2260. <https://doi.org/10.3390/s25072260>
- Xie, Y., Yan, Y., & Li, Y. (2025). The use of artificial intelligence-based Siamese neural network in personalized guidance for sports dance teaching. *Scientific Reports*, 15(1), 12112. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96462-0>
- Yunus, M., & Aditya, R. S. (2024). Talent scouting and standardizing fitness data in football club: Systematic review. *Retos*, 60, 1382–1389. <https://doi.org/10.47197/retos.v60.107767>
- Zhannisa, U. H., Wibisana, M. I. N., Drifanda, V., & Pritama, M. A. N. (2025). Implementation of FITT (Frequency, Intensity, Time, Type) Training Project on Improving Learning Outcomes of Badminton Course and Anaerobic Endurance. *Jendela Olahraga*, 10(2), 100–109. <https://doi.org/10.26877/jo.v10i2.22407>