



Implementasi Deep Learning sebagai Media Evaluasi Keterampilan Gerak Dasar Atletik dalam Pendidikan Jasmani

Butsiarah , Universitas Negeri Makassar

Syahrul Zaum, Universitas Negeri Makassar

butsiarah@unm.ac.id

Abstract: This study aims to implement *Deep Learning* technology as a tool for evaluating basic athletic movement skills in physical education. The research used a *quasi-experimental* design with 60 physical education students divided into experimental and control groups. The evaluation system was developed using a *Convolutional Neural Network (CNN)* trained to recognize three basic athletic movements: running, jumping, and throwing. The system achieved a motion recognition accuracy of 95.2%, with a precision of 94.1% and recall of 93.6%. Based on the *paired sample t-test*, the experimental group showed a significant improvement in skill scores from 73.1 to 87.4 ($p < 0.05$), while the control group improved from 72.8 to 79.2. Lecturer satisfaction with the system reached 90.7%, categorized as very good. These results indicate that *Deep Learning* can effectively provide objective, efficient, and accurate evaluations of athletic movement skills and offers innovation in the learning and assessment process in physical education.

Keywords: Deep Learning, basic movement skills, athletics, physical education, CNN

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi *Deep Learning* sebagai alat evaluasi keterampilan gerak dasar atletik dalam pembelajaran pendidikan jasmani. Penelitian menggunakan metode *quasi experiment* dengan 60 mahasiswa Pendidikan Jasmani yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sistem evaluasi dikembangkan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* yang dilatih untuk mengenali tiga jenis gerak dasar atletik: lari, lompat, dan lempar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi pengenalan gerak sebesar 95,2%, *precision* sebesar 94,1%, dan *recall* sebesar 93,6%. Berdasarkan uji *paired sample t-test*, terdapat peningkatan signifikan pada nilai keterampilan mahasiswa kelompok eksperimen dari 73,1 menjadi 87,4 ($p < 0,05$), sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 72,8 menjadi 79,2. Tingkat kepuasan dosen terhadap sistem mencapai 90,7%, dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa *Deep Learning* efektif digunakan sebagai media evaluasi yang objektif, efisien, dan akurat, serta menjadi inovasi dalam proses pembelajaran dan penilaian pendidikan jasmani.

Kata kunci: Deep Learning, keterampilan gerak dasar, atletik, pendidikan jasmani, CNN

Received 25 Oktober 2025; Accepted 3 November 2025; Published 10 November 2025

Citation: Butsiarah, & Zaum, S. (2025). Implementasi Deep Learning sebagai Media Evaluasi Keterampilan Gerak Dasar Atletik dalam Pendidikan Jasmani. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 5 (04), 898-905.



Copyright ©2025 Jurnal Jendela Pendidikan

Published by CV. Jendela Edukasi Indonesia. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pada era pendidikan jasmani kontemporer, pengembangan dan evaluasi keterampilan gerak dasar atletik menjadi bagian penting guna memastikan peserta didik tidak hanya memiliki daya tahan dan kecakapan fisik, tetapi juga penguasaan teknik gerak yang memadai sejak tahap awal pembelajaran. Keterampilan gerak dasar yang mencakup gerak lokomotor (berlari, melompat), manipulatif (melempar, menangkap), dan stabilitas (menyeimbangkan tubuh) merupakan fondasi bagi partisipasi aktif dalam berbagai cabang olahraga maupun aktivitas fisik sehari-hari (Kurniawan, 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa kompetensi dalam *fundamental movement skills* (FMS) berkorelasi positif dengan tingkat aktivitas fisik anak dan kualitas pembelajaran jasmani. Sebagai contoh, studi oleh Mao et al. (2022) menunjukkan bahwa partisipasi dalam latihan sepak bola dapat meningkatkan sejumlah aspek FMS pada anak-anak. Sekolah sebagai lingkungan utama pembelajaran jasmani memiliki tanggung jawab untuk mengembangkan dan mengevaluasi keterampilan gerak tersebut secara sistematis. Namun, dalam praktiknya banyak tantangan yang muncul, mulai dari metode evaluasi yang subjektif, kurangnya data kuantitatif, hingga keterbatasan sumber daya dalam memantau setiap gerak dasar atletik secara individual (Monterroso Quintero et al., 2024).

Meskipun evaluasi keterampilan gerak dasar telah menjadi bagian dari kurikulum pendidikan jasmani, praktik evaluasi di sekolah-sekolah masih menghadapi berbagai permasalahan nyata. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan laporan penelitian (Kurniawan, 2021; Monterroso Quintero et al., 2024), guru pendidikan jasmani umumnya masih mengandalkan observasi visual tanpa alat bantu objektif, sehingga penilaian bersifat subjektif dan kurang konsisten antarpenilai. Kondisi ini menyebabkan banyak peserta didik tidak mendapatkan umpan balik yang akurat mengenai kualitas teknik gerak mereka, terutama dalam cabang atletik seperti lari, lompat, dan lempar. Selain itu, bukti empiris di beberapa sekolah dasar dan menengah di Indonesia menunjukkan bahwa keterampilan gerak dasar peserta didik masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Studi oleh Kurniawan (2021) melaporkan bahwa lebih dari 60% siswa belum mencapai tingkat penguasaan optimal dalam keterampilan lokomotor dan manipulatif, yang salah satunya disebabkan oleh evaluasi yang tidak sistematis dan minim pemanfaatan teknologi. Dalam konteks global, penelitian Dong et al. (2023) juga menunjukkan bahwa sistem evaluasi manual sering kali gagal mendeteksi kesalahan teknik halus yang berpengaruh terhadap performa gerak. Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara kebutuhan evaluasi keterampilan gerak dasar yang objektif dan sistematis dengan praktik evaluasi yang masih tradisional dan terbatas secara teknologi. Kesenjangan inilah yang menjadi masalah utama dan mendasari urgensi pengembangan media evaluasi berbasis *deep learning* dalam konteks pembelajaran pendidikan jasmani, khususnya pada keterampilan gerak dasar atletik.

Sementara itu, kemajuan teknologi digital telah membuka peluang bagi inovasi dalam proses evaluasi pembelajaran jasmani. Penggunaan aplikasi analisis gerak, pengukuran digital, hingga *video feedback* telah dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran keterampilan gerak dasar (Zulkifli & Danis, 2022). Salah satu teknologi yang semakin berkembang adalah kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*) dan pembelajaran mendalam (*deep learning*). Teknologi ini menawarkan potensi untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan objektivitas dalam evaluasi, termasuk evaluasi teknik gerak dalam konteks pendidikan jasmani dan olahraga (Jia et al., 2025).

Dalam konteks olahraga dan performa fisik, meta-tinjauan menunjukkan bahwa teknik *deep learning* telah diterapkan untuk analisis gerak teknis atlet dalam berbagai cabang olahraga, seperti pengenalan aksi, klasifikasi gerakan, prediksi performa, dan pelacakan pemain (Jia et al., 2025). Secara khusus, kajian oleh Leddy et al. (2024) menunjukkan bahwa aplikasi *machine learning* dan *deep learning* dalam analisis teknik

dan keterampilan gerak dalam olahraga telah berkembang signifikan. Namun, mereka juga menyoroti tantangan dalam hal standardisasi metodologi dan interpretabilitas model.

Dalam ranah pendidikan jasmani dan khususnya atletik, evaluasi keterampilan gerak dasar dapat ditingkatkan melalui media yang memanfaatkan *deep learning* — misalnya deteksi pose, estimasi gerakan, klasifikasi teknik, dan prediksi performa gerak (Quan & Zhao, 2023). Sebagai contoh konkret, studi oleh Dong et al. (2023) menerapkan sistem evaluasi berbasis *pose-estimation* dan *landmark detection* untuk menilai keterampilan gerak anak dalam konteks FMS, dan melaporkan akurasi yang tinggi dibandingkan evaluasi manual.

Penerapan media evaluasi berbasis *deep learning* dalam pembelajaran atletik memiliki beberapa manfaat utama. Pertama, meningkatkan akurasi evaluasi gerak dasar yang selama ini banyak diukur melalui observasi manual saja. Kedua, memungkinkan pengumpulan data kuantitatif dan *big data* gerak yang dapat dianalisis secara mendalam untuk pengembangan pembelajaran dan pelatihan. Ketiga, sistem berbasis *deep learning* dapat menyediakan umpan balik cepat dan personal kepada peserta didik dan guru/jurulatih sehingga proses pembelajaran dapat dirancang adaptif dan berbasis data. Hal ini mendukung pendekatan pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan individu (Zhang et al., 2024).

Meskipun memiliki potensi besar, penerapan *deep learning* dalam evaluasi gerak dasar atletik juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan adalah ketersediaan *dataset* gerak yang representatif dan berkualitas tinggi untuk pelatihan model *deep learning*. Banyak *dataset* yang masih terbatas atau tidak mencakup populasi yang luas (Zhao et al., 2023). Selain itu, generalisasi model (model yang dilatih pada satu populasi terkadang tidak bekerja dengan baik pada populasi lain) menjadi hambatan penting dalam implementasi praktis di sekolah atau lapangan pembelajaran (Leddy et al., 2024). Faktor selanjutnya adalah interpretabilitas dan transparansi model. Bagi guru pendidikan jasmani atau pelatih yang bukan spesialis AI, teknologi ini harus dapat dijelaskan dan dipercaya dalam pengambilan keputusan pembelajaran (Jia et al., 2025).

Konteks pendidikan jasmani di Indonesia juga menunjukkan bahwa guru mungkin belum memiliki kemampuan atau sumber daya untuk menerapkan sistem evaluasi berbasis teknologi secara optimal. Faktor seperti pelatihan guru, akses teknologi, dan infrastruktur menjadi bagian penting untuk dipertimbangkan (Kurniawan, 2021). Dalam konteks atletik sebagai cabang olahraga yang menuntut penguasaan teknik gerak dasar seperti lari, lompatan, dan lemparan, penggunaan media evaluasi berbasis *deep learning* membuka peluang untuk pembelajaran yang lebih terstruktur. Dengan sistem evaluasi otomatis, guru dapat memantau perkembangan teknik gerak individu secara lebih sistematis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *deep learning* sebagai media evaluasi keterampilan gerak dasar atletik dalam pembelajaran pendidikan jasmani. Fokus penelitian mencakup: (1) merancang sistem evaluasi berbasis *deep learning* yang mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi teknik gerak dasar atletik (misalnya lari, lompat, lempar); (2) menguji keakuratan dan validitas sistem tersebut dibandingkan evaluasi konvensional; dan (3) mengeksplorasi implikasi pembelajaran bagi guru pendidikan jasmani dan peserta didik, termasuk penerapan dalam rutinitas pembelajaran dan pelatihan.

Melalui penelitian ini diharapkan muncul kontribusi baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur integrasi teknologi *deep learning* dalam evaluasi pendidikan jasmani serta keterampilan gerak dasar atletik. Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan alternatif evaluasi yang lebih objektif, efisien, dan adaptif bagi pengembangan keterampilan gerak dasar atletik pada peserta didik. Sejalan dengan visi pendidikan jasmani yang menekankan pengembangan kompetensi motorik, literasi gerak, dan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, integrasi teknologi evaluasi seperti *deep learning* dapat memperkuat proses belajar-mengajar serta hasil pembelajaran yang diharapkan (Monterrosa Quintero et al., 2024). Dengan demikian,

penelitian ini diharapkan memberikan landasan bagi pengembangan model pembelajaran yang inovatif, menggabungkan aspek pedagogi pendidikan jasmani, teknologi kecerdasan buatan, dan analisis gerak dasar atletik, sehingga mampu mendukung peningkatan kualitas pembelajaran jasmani di sekolah dan pengembangan potensi atletik peserta didik secara berkelanjutan.

HASIL PENELITIAN

Sistem evaluasi berbasis *Deep Learning* yang dikembangkan diuji untuk menilai kemampuan mengenali gerak dasar atletik pada mahasiswa. Pengujian performa model *Convolutional Neural Network (CNN)* difokuskan pada tiga jenis gerak dasar, yaitu lari, lompat, dan lempar. Hasil pengujian terhadap akurasi, precision, dan recall disajikan pada Tabel 1, yang menggambarkan sejauh mana sistem mampu mengenali gerakan dengan tepat dan konsisten.

Tabel 1. Hasil pengujian performa sistem deep learning dalam evaluasi gerak dasar atletik

No	Jenis Gerak Dasar	Akurasi (%)	Precision (%)	Recall (%)
1	Lari	96.0	94.8	93.5
2	Lompat	94.5	93.2	92.8
3	Lempar	95.2	94.3	94.6
Rata-rata		95.2	94.1	93.6

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)* memiliki tingkat keandalan tinggi dalam mengenali pola gerak dasar atletik. Nilai akurasi rata-rata mencapai 95,2%, dengan precision 94,1% dan recall 93,6%, menunjukkan konsistensi performa model dalam mendeteksi tiga jenis gerak dasar.

Selain performa sistem, peningkatan keterampilan mahasiswa juga dianalisis melalui perbandingan nilai pretest dan posttest pada kelompok eksperimen dan kontrol. Hasil perbandingan ini disajikan pada Tabel 2, yang memperlihatkan seberapa besar pengaruh penggunaan sistem evaluasi berbasis *Deep Learning* terhadap kemampuan gerak dasar atletik mahasiswa.

Tabel 2. Perbandingan nilai keterampilan gerak dasar atletik antara kelompok eksperimen dan kontrol

Kelompok	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Peningkatan	Signifikansi (p)
Eksperimen	73.1	87.4	+14.3	< 0.05
Kontrol	72.8	79.2	+6.4	< 0.05

Pada Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada nilai keterampilan gerak dasar mahasiswa, terutama pada kelompok eksperimen yang menggunakan sistem evaluasi berbasis *Deep Learning*. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0.05$), yang berarti penggunaan sistem berbasis *Deep Learning* berpengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan gerak dasar atletik mahasiswa. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi tingkat kepuasan dosen terhadap sistem. Penilaian ini dilakukan melalui kuesioner dengan skor persentase pada berbagai aspek, mulai dari kemudahan penggunaan, akurasi evaluasi, hingga tampilan dan interaktivitas sistem. Hasil penilaian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat kepuasan dosen terhadap sistem evaluasi berbasis deep learning

Aspek Penilaian	Skor Rata-rata (%)	Kategori
Kemudahan penggunaan sistem	91.3	Sangat Baik
Akurasi hasil evaluasi	92.1	Sangat Baik
Kecepatan proses penilaian	89.5	Baik
Kemanfaatan untuk pembelajaran	90.2	Sangat Baik
Tampilan dan interaktivitas sistem	90.4	Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan	90.7	Sangat Baik

Pada Tabel 3 Tingkat kepuasan dosen terhadap sistem evaluasi berbasis *Deep Learning* tergolong sangat baik dengan rata-rata 90,7%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dianggap efektif, praktis, dan membantu dalam proses evaluasi keterampilan gerak dasar atletik di lingkungan pendidikan jasmani.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi teknologi *Deep Learning* melalui algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* efektif digunakan sebagai media evaluasi keterampilan gerak dasar atletik dalam pendidikan jasmani. Sistem ini mampu mengidentifikasi tiga jenis gerak dasar lari, lompat, dan lempar dengan tingkat akurasi yang tinggi. Temuan ini memperlihatkan bahwa pendekatan berbasis kecerdasan buatan mampu memberikan hasil evaluasi yang lebih objektif dan konsisten dibandingkan metode observasi manual. Hal ini sejalan dengan temuan Jia et al. (2025), yang menyatakan bahwa *Deep Learning* memiliki kemampuan unggul dalam mengenali pola gerak manusia dengan presisi tinggi pada konteks pendidikan olahraga.

Performa sistem yang stabil pada pengujian menunjukkan bahwa model *CNN* berhasil menyesuaikan diri dengan variasi bentuk dan kecepatan gerakan peserta. Sistem dapat mendekripsi kesalahan gerak dan memberikan umpan balik secara langsung kepada mahasiswa. Dengan kemampuan tersebut, mahasiswa dapat memperbaiki teknik dasar mereka berdasarkan hasil analisis visual yang akurat. Menurut Dong et al. (2023), penerapan *machine learning* dalam evaluasi gerak memberikan keunggulan dalam mendukung pembelajaran berbasis umpan balik cepat (*real-time feedback*), yang terbukti meningkatkan efektivitas latihan keterampilan motorik.

Dari hasil pengamatan terhadap peningkatan keterampilan mahasiswa, kelompok eksperimen yang menggunakan sistem evaluasi berbasis *Deep Learning* menunjukkan kemajuan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil observasi dan catatan pembelajaran, di mana mahasiswa lebih cepat memahami teknik yang benar setelah mendapatkan evaluasi otomatis. Hal ini mendukung teori pembelajaran motorik yang dikemukakan oleh Schmidt & Lee (2019), yang menjelaskan bahwa pengulangan latihan disertai umpan balik konkret akan mempercepat proses pembentukan pola gerak yang efisien dan terkoordinasi.

Selain berpengaruh terhadap keterampilan gerak, sistem *Deep Learning* juga memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran secara keseluruhan. Dosen merasa terbantu karena sistem dapat melakukan penilaian secara otomatis, mengurangi subjektivitas, dan mempercepat waktu evaluasi. Rata-rata tingkat kepuasan dosen yang tinggi menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi untuk diterapkan secara berkelanjutan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Wang (2024) dan Lian (2024), yang menegaskan bahwa penggunaan teknologi kecerdasan buatan dalam pendidikan jasmani mampu meningkatkan efisiensi serta kualitas proses evaluasi performa fisik.

Dari sisi pedagogis, penggunaan *Deep Learning* dalam evaluasi pembelajaran mendukung paradigma pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada pemanfaatan teknologi digital dan pembelajaran berbasis data (*data-driven learning*). Sistem ini tidak hanya membantu dosen dalam mengevaluasi keterampilan gerak, tetapi juga memberi

kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat aktif dalam proses refleksi diri. Melalui visualisasi gerak yang terekam dan dianalisis secara otomatis, mahasiswa dapat melihat kekurangan dan kelebihan teknik mereka secara langsung. Hal ini sejalan dengan pendekatan *student-centered learning*, di mana peserta didik menjadi subjek utama dalam proses peningkatan kemampuan.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *Deep Learning* dalam pendidikan jasmani dapat menjadi solusi terhadap permasalahan objektivitas dalam penilaian keterampilan motorik. Selama ini, penilaian dalam pembelajaran jasmani cenderung bersifat subjektif karena bergantung pada pengamatan visual manusia. Dengan adanya sistem berbasis kecerdasan buatan, evaluasi dapat dilakukan secara lebih terukur dan transparan. Menurut Leddy et al. (2024), teknologi analisis gerak berbasis AI mampu mengurangi bias pengamat dan memberikan hasil yang lebih reliabel dalam konteks evaluasi performa fisik.

Selain aspek teknis, keberhasilan sistem ini juga ditentukan oleh kesiapan dosen dan mahasiswa dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran. Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas dosen memiliki pandangan positif terhadap penerapan teknologi AI dalam pembelajaran jasmani. Dukungan ini penting karena penerapan teknologi baru membutuhkan adaptasi pedagogis dan peningkatan literasi digital di kalangan tenaga pendidik. Seperti yang disampaikan oleh Chen & Sun (2023), keberhasilan integrasi teknologi pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh sistem itu sendiri, tetapi juga oleh kompetensi dan sikap pengguna terhadap inovasi tersebut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa *Deep Learning* berpotensi besar untuk diterapkan dalam pendidikan jasmani, khususnya dalam evaluasi keterampilan gerak dasar atletik. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan objektivitas, efisiensi, serta kualitas umpan balik dalam proses pembelajaran. Dengan adanya sistem evaluasi berbasis teknologi ini, proses pembelajaran jasmani dapat berkembang menjadi lebih adaptif, modern, dan sesuai dengan tuntutan era digital. Oleh karena itu, pengembangan lanjutan perlu dilakukan untuk memperluas cakupan sistem ini agar dapat digunakan pada cabang olahraga lainnya dan mendukung sistem evaluasi pembelajaran secara menyeluruh.

SIMPULAN

Penelitian ini mengimplementasikan teknologi *Deep Learning* berbasis algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai media evaluasi keterampilan gerak dasar atletik dalam pembelajaran pendidikan jasmani. Sistem yang dikembangkan mampu mengenali tiga jenis gerak dasar atletik lari, lompat, dan lempar dengan tingkat akurasi pengenalan sebesar 95,2%, *precision* 94,1%, dan *recall* 93,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem evaluasi berbasis *Deep Learning* memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengidentifikasi serta menilai teknik gerak secara otomatis dan objektif. Uji *paired sample t-test* juga memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada keterampilan gerak mahasiswa kelompok eksperimen dari 73,1 menjadi 87,4 ($p < 0,05$), dibandingkan kelompok kontrol yang hanya meningkat dari 72,8 menjadi 79,2, sehingga dapat disimpulkan bahwa pendekatan berbasis AI ini lebih efektif dibandingkan evaluasi konvensional yang masih bersifat manual dan subjektif.

Selain meningkatkan objektivitas dan efisiensi evaluasi, penerapan sistem *Deep Learning* ini juga memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran pendidikan jasmani. Guru atau dosen dapat melakukan penilaian dengan lebih cepat, terukur, dan berbasis data, sementara peserta didik memperoleh umpan balik yang akurat terhadap kualitas teknik gerak mereka. Tingkat kepuasan dosen terhadap sistem mencapai 90,7% dengan kategori sangat baik, yang menandakan penerimaan tinggi terhadap penggunaan teknologi ini di lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi *Deep Learning* dalam evaluasi keterampilan gerak dasar atletik mampu

mendukung terciptanya pembelajaran yang adaptif, inovatif, dan berorientasi pada peningkatan kompetensi gerak serta kualitas pendidikan jasmani secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chen, Q., & Dong, M. (2022). Design of assessment judging model for physical education professional skills course based on convolutional neural network and few-shot learning. *PubMed*. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35669639/>
2. Dong, P., Mao, X., Fan, L., Wan, W., & Sun, J. (2023). CPFES: Physical fitness evaluation based on Canadian agility and movement skill assessment. *arXiv preprint*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2308.14324>
3. Eddy, L., Hill, L. J. B., Mon-Williams, M., & Barnett, L. M. (2021). Fundamental movement skills and their assessment in primary schools from the perspective of teachers. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 25(3), 236–249. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.1886118>
4. Fitriady, G., Alfarizi, M., & Saputra, S. A. (2022). Optimization of movement skills assessment in physical education learning using online self and peer assessment. *Journal of Science and Education*, 3(2), 159–164. Retrieved from <https://jse.rezkimedia.org/index.php/jse/article/download/168/46>
5. Hasyim, A. H., Haris, I. N., & Yulianto, A. G. (2024). Analysis of evaluation models in physical education learning: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Sport Management*, 4(1), 98–105. Retrieved from <https://www.ejournal.unma.ac.id/index.php/ijsm/article/view/8594>
6. Jia, Y., Abdullah, N., Eliza, H., & Rahman, M. (2025). A narrative review of deep learning applications in sports performance analysis: Current practices, challenges, and future directions. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(249). <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01294-0>
7. Joschtel, B., Gomersall, S. R., Tweedy, S., & Esterman, A. (2021). Fundamental movement skill proficiency and objectively measured physical activity in children with bronchiectasis: A cross-sectional study. *BMC Pulmonary Medicine*, 21(1), 269. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01637-w>
8. Kurniawan, D. M. S. (2021). *Pengaruh level physical activity anak terhadap fundamental movement skills: Systematic literature review* (Master's thesis, Universitas Pendidikan Indonesia). Retrieved from <https://repository.upi.edu/60820/>
9. Lander, N., Barnett, L., Brown, H., & Telford, A. (2015). Physical education teacher training in fundamental movement skills makes a difference to instruction and assessment practices. *Journal of Teaching in Physical Education*, 34(4), 548–556. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2014-0044>
10. Leddy, C., O'Neill, J., Smith, D., & Peters, M. (2024). The application of machine and deep learning for technique and skill analysis in swing and team sport-specific movement: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*, 23(1), 110–145. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2024-0007>
11. Lian, D. (2024). Deep learning in sports skill learning: A case study and performance evaluation. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*. Retrieved from <https://publications.eai.eu/index.php/phat/article/view/5809>
12. Liu, X. (2025). Evaluation model of physical education teaching effect based on machine learning algorithm with biomechanical integration. *Molecular & Cellular Biomechanics*. Retrieved from <https://ojs.sin-chn.com/index.php/mcb/article/view/248>
13. Monterrosa Quintero, A., García, D., & Arias, F. (2024). Evaluación del aprendizaje en educación física: Tendencias y desafíos actuales. *Journal of Physical Education and Sports Pedagogy*, 12(2), 133–142.

14. Perdima, F. E., Hadiwinarto, & Balint, G. (2022). Evaluation of learning in physical education: A bibliometric analysis and future trends. *Journal Sport Area*, 7(1), 160-170. Retrieved from <https://journal.uir.ac.id/index.php/JSP/article/view/8059>
15. Quan, H., & Zhao, L. (2023). Research on intelligent analysis of human movement based on deep learning algorithms. *Journal of Sports Science and Technology*, 11(4), 45-52.
16. Sun, H. (2024). Improving the accuracy of recognition and evaluation of technical movements of basketball players using deep learning algorithms. *Journal of Electrical Systems*, 20(2), 3311-3322. Retrieved from <https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/3111>
17. Wang, T. (2024). Research on physical education teaching in universities based on deep learning. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 321-334. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0319>
18. YouYang, L. (2024). Evaluation of athlete physical fitness based on deep learning. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 25(2), 3222-3231. Retrieved from <https://scpe.org/index.php/scpe/article/view/3222>
19. Zakia, A., Barlian, E., Firdaus, K., & Andika, H. (2023). Improving fundamental locomotor skills of elementary school students in Padang City through the Kids Athletics model. *International Journal of Research and Review*, 10(8), 691-696. Retrieved from https://www.ijrrjournal.com/IJRR_Vol.10_Issue.8_Aug2023/IJRR-Abstract90.html
20. Zhang, J., Li, F., & Zhou, H. (2024). Application of AI-based feedback systems for motor skill learning in physical education. *Journal of Intelligent Education Systems*, 8(2), 120-132.

PROFIL SINGKAT

Butsiarah adalah Dosen Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar. Bidang keahlian Pendidikan Teknik informatika dan Komputer. Saat ini berkolaborasi penelitian dengan bidang Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi.

Syahrul Zaum adalah Dosen Program Studi Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar. Bidang Keahlian pada olahraga atletik.