

IMPLEMENTASI DIGITAL SISTEM PRSC DALAM KLASIFIKASI PARA SWIMMING

Digital Implementation Of The Prsc System In Para Swimming Classification

Zidan Wijaya Sakti^{1*},Suryo Saputra Perdana²

¹Program Studi S1 Fisioterapi/Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

²Program Studi S1 Fisioterapi/Fakultas Ilmu Kesehatan, Univeritas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

*koresponden author : zidan.ws08@gmail.com

ABSTRACT

This community engagement activity was designed to introduce and apply the Para Swim Classification (PRSC) application as a digital innovation within the classification process of adaptive swimming athletes. The PRSC system was developed to overcome the limitations of traditional, paper-based methods that tend to be subjective and time-consuming. By integrating physiotherapy knowledge with digital technology, PRSC enhances accuracy, fairness, and efficiency in assessing athletes with disabilities, in line with the standards of the World Para Swimming (WPS) and International Paralympic Committee (IPC). The program also aimed to strengthen collaboration between physiotherapy, adaptive sports, and technology education, encouraging students to apply theoretical knowledge in practical contexts. Activities were conducted through interactive workshops, hands-on demonstrations, and guided discussions involving physiotherapy students, lecturers, and sports practitioners. Participants were introduced to PRSC's main components such as functional assessment, impairment criteria input, and real-time digital interpretation to support evidence-based classification. The results showed that PRSC improved participants' understanding of classification principles, increased their confidence in using digital tools, and fostered awareness of inclusivity in Paralympic sport environments. Overall, PRSC effectively combines physiotherapy expertise and technology to strengthen inclusivity, fairness, and empowerment for individuals with disabilities, while providing a foundation for future research using machine learning in athlete classification systems.

Keywords: Para Swimming; Classification; PRSC; Adaptive Sport; Physiotherapy

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menerapkan aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)* sebagai inovasi digital dalam proses klasifikasi atlet renang adaptif. Sistem *PRSC* dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan metode klasifikasi tradisional berbasis kertas yang cenderung subjektif dan memakan waktu lama. Dengan memadukan keahlian fisioterapi dan teknologi digital, *PRSC* meningkatkan akurasi, keadilan, dan efisiensi dalam menilai atlet penyandang disabilitas, sejalan dengan standar *World Para Swimming (WPS)* dan *International Paralympic Committee (IPC)*. Program ini juga memperkuat kolaborasi antara bidang fisioterapi, olahraga adaptif, dan pendidikan teknologi, serta mendorong mahasiswa menerapkan pengetahuan teoretis dalam konteks praktik berbasis bukti. Kegiatan dilaksanakan melalui lokakarya interaktif, demonstrasi langsung, dan diskusi terbimbing yang melibatkan mahasiswa fisioterapi, dosen, dan praktisi olahraga dari berbagai latar belakang. Peserta diperkenalkan dengan komponen utama *PRSC* seperti asesmen fungsional, input kriteria gangguan, dan interpretasi digital secara real-time untuk mendukung proses klasifikasi yang objektif dan ilmiah. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman peserta terhadap prinsip klasifikasi, kepercayaan diri dalam penggunaan teknologi digital, serta kesadaran terhadap inklusivitas dan keberlanjutan dalam lingkungan olahraga paralimpik. Secara keseluruhan, *PRSC* berhasil memadukan keilmuan fisioterapi dan inovasi teknologi untuk memperkuat inklusivitas, keadilan, serta pemberdayaan penyandang disabilitas melalui partisipasi olahraga paralimpik dan menjadi dasar penelitian lanjutan berbasis machine learning dalam sistem klasifikasi atlet.

Kata Kunci: Para Swimming; Klasifikasi; PRSC; Olahraga Adaptif; Fisioterapi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyandang disabilitas menghadapi keterbatasan aktivitas motorik yang berdampak pada kualitas hidupnya. Kondisi ini menuntut pendekatan rehabilitasi yang tidak hanya memulihkan fungsi tubuh, tetapi juga memberdayakan individu agar mampu beradaptasi. Fisioterapi berperan penting memaksimalkan potensi gerak dan kemampuan fungsional melalui latihan terapeutik berbasis ilmiah. Dalam olahraga adaptif, fisioterapi turut meningkatkan kebugaran dan menjadi sarana inklusi sosial bagi penyandang disabilitas di cabang paralimpik (Wileman et al., 2025). Di Indonesia, meningkatnya partisipasi atlet disabilitas mendorong layanan fisioterapi untuk mendukung kesiapan fisik dan pencegahan cedera di ajang internasional seperti ASEAN Para Games (Namira Mutia Khanza & Suryo Saputra Perdana, 2025).

Fisioterapi berkontribusi besar dalam meningkatkan fungsi dan partisipasi atlet disabilitas melalui intervensi latihan yang mengoptimalkan gerak dan mencegah cedera. Olahraga adaptif efektif mendukung rehabilitasi serta edukasi masyarakat tentang kesetaraan akses bagi penyandang disabilitas. Digitalisasi di bidang pendidikan jasmani dan fisioterapi terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran dan asesmen fungsional (Jastrow et al., 2022). Keterlibatan fisioterapis dalam olahraga adaptif di Indonesia masih perlu diperkuat melalui riset dan pengembangan sistem klasifikasi berbasis bukti ilmiah (Suci Syafatillah & Saputra Perdana, 2025).

Para swimming merupakan cabang olahraga adaptif yang menuntut koordinasi tubuh, kekuatan otot, dan keseimbangan postur tinggi. Atlet dengan berbagai tingkat *impairment* berkompetisi melalui sistem klasifikasi untuk menjaga keadilan kompetisi. Penelitian menunjukkan bahwa koordinasi gerak lengan dan kaki berperan penting dalam performa (Yang et al., 2024), sedangkan kemampuan *visual* turut memengaruhi efisiensi gerak dan kecepatan renang bagi atlet dengan gangguan penglihatan (Fortin-Guichard et al., 2022). Performa *para swimmer* dipengaruhi kombinasi faktor fisiologis dan kemampuan adaptasi terhadap jenis *impairment*.

Sistem klasifikasi para swimming masih menghadapi tantangan dalam memastikan keadilan dan objektivitas. Proses manual berbasis observasi sering menimbulkan bias dan perbedaan interpretasi antarpenilai, yang dapat memengaruhi hasil lomba serta kepercayaan atlet. Pendekatan tradisional belum sepenuhnya merepresentasikan kemampuan fungsional aktual, terutama dalam mengukur pengaruh faktor neuromuskular terhadap performa (Lee et al., 2025). Standar klasifikasi internasional yang diterapkan oleh (Committee, 2024) juga menekankan bahwa penilaian harus mencakup aspek kelayakan (*eligibility*), kriteria minimal

gangguan (*minimum impairment criteria*), serta aktivitas fungsional yang dapat diamati secara objektif dalam kontek kompetisi. Prinsip ini menjadi dasar bagi pengembangan PRSC agar selaras dengan sistem klasifikasi global yang diakui secara resmi oleh *International Paralympic Committee (IPC)*.

Fisioterapis memiliki peran strategis dalam klasifikasi atlet para swimming karena berkompeten menilai kekuatan otot, koordinasi, dan kontrol gerak. Dengan keahlian klinis, fisioterapis dapat memberikan pengukuran fungsional yang akurat untuk menentukan kelas kompetisi. Pendekatan *evidence-based classification* direkomendasikan guna meningkatkan validitas sistem klasifikasi atlet disabilitas (Wileman et al., 2025). Fisioterapi juga berperan dalam pencegahan cedera dan optimalisasi performa, sebagaimana dibuktikan dalam layanan fisioterapi bagi atlet paralimpik Indonesia di ASEAN Para Games (Namira Mutia Khanza & Suryo Saputra Perdana, 2025).

Perkembangan teknologi digital membuka peluang peningkatan efisiensi dan akurasi sistem klasifikasi. Aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)* dikembangkan sebagai inovasi yang memadukan keahlian fisioterapi dan teknologi informasi untuk menilai fungsi tubuh secara objektif. Digitalisasi memungkinkan analisis performa atlet secara *real-time* serta mengurangi subjektivitas penilaian. Penelitian menunjukkan potensi transformasi pembelajaran dan evaluasi berbasis data (Jastrow et al., 2022). Sejalan dengan perkembangan tersebut, pendekatan *Machine Learning* membantu *Classifier* memperoleh informasi lebih cepat dibandingkan metode manual (Jia et al., 2025). PRSC menjadi solusi inovatif bagi klasifikasi atlet *para swimming* yang lebih modern, cepat, dan objektif.

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan bertujuan memperkenalkan aplikasi PRSC sebagai inovasi digital untuk mendukung klasifikasi atlet *para swimming*. Kegiatan ini dilakukan melalui pelatihan dan sosialisasi yang melibatkan mahasiswa fisioterapi serta praktisi olahraga adaptif. Implementasi kegiatan juga menyoroti pentingnya kolaborasi lintas bidang antara akademisi, praktisi, dan komunitas penyandang disabilitas. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang menekankan pentingnya upaya pencegahan cedera serta peningkatan keamanan latihan melalui sistem klasifikasi yang lebih baik (Salerno et al., 2022). Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta terhadap penerapan teknologi dalam klasifikasi atlet, sekaligus menjadi wadah kolaboratif dalam pengembangan fisioterapi olahraga adaptif di Indonesia.

Kolaborasi antara fisioterapi dan teknologi informasi juga berpotensi meningkatkan akurasi, keadilan kompetisi, serta keselamatan atlet penyandang disabilitas (Suci Syafatillah & Saputra Perdana, 2025). Inovasi ini diharapkan dapat menjadi langkah awal menuju sistem klasifikasi yang lebih cerdas dan berkelanjutan di masa mendatang.

Tujuan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki tujuan utama untuk meningkatkan kompetensi fisioterapis dan mahasiswa fisioterapi dalam memahami serta menerapkan sistem klasifikasi atlet *para swimming* secara objektif dan berbasis bukti. Melalui pengenalan dan implementasi aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)*, kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan inovasi digital yang mendukung proses klasifikasi fungsional, sekaligus memperkuat pemanfaatan teknologi dalam bidang fisioterapi olahraga adaptif.

Selain aspek pengenalan inovasi, program ini berfokus pada peningkatan kesadaran akan pentingnya integrasi antara fisioterapi dan teknologi informasi dalam menciptakan sistem klasifikasi yang lebih efisien, adil, dan transparan bagi atlet penyandang disabilitas. Kegiatan ini diharapkan menjadi sarana pembelajaran berbasis *Outcome-Based Education (OBE)*, di mana mahasiswa tidak hanya memahami teori klasifikasi, tetapi juga memperoleh pengalaman praktik melalui penerapan aplikasi PRSC.

Landasan kegiatan ini berakar pada paradigma *Outcome-Based Education* yang menekankan capaian pembelajaran berbentuk produk inovatif yang memberi manfaat langsung bagi masyarakat. Melalui kegiatan ini, fisioterapi berperan dalam penerapan teknologi yang berdampak sosial, edukatif, dan rehabilitatif. Aplikasi PRSC menjadi luaran nyata yang menghubungkan akademisi, praktisi, dan komunitas penyandang disabilitas melalui pendekatan ilmiah dan inklusif.

Program ini berperan sebagai wadah kolaboratif antara akademisi, praktisi, dan komunitas penyandang disabilitas dalam pengembangan fisioterapi berbasis teknologi di Indonesia. Kolaborasi ini diharapkan menjadi fondasi bagi riset lanjutan mengenai klasifikasi atlet *para swimming* berbasis *machine learning*. Pendekatan ilmiah tersebut menunjukkan bahwa fisioterapi tidak hanya berperan dalam pemulihan fungsi tubuh, tetapi juga dalam memperluas akses, kesetaraan, dan inklusivitas di dunia olahraga adaptif.

METODE

Ruang Lingkup dan Objek Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan sebagai bagian dari implementasi *Outcome-Based Education (OBE)* oleh Program Studi Fisioterapi Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS). Fokus kegiatan diarahkan pada pengenalan dan penerapan aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)* sebagai inovasi digital dalam proses klasifikasi atlet penyandang disabilitas pada cabang olahraga *para swimming*. Aplikasi ini dikembangkan untuk mendukung proses klasifikasi berbasis bukti ilmiah dengan pendekatan objektif dan efisien. Prinsip pelaksanaan kegiatan ini juga mengacu pada (Committee, 2024) yang menjadi pedoman resmi

dalam penerapan sistem klasifikasi atlet penyandang disabilitas, khususnya pada cabang olahraga renang.

Ruang lingkup kegiatan mencakup pelatihan interaktif, sosialisasi ilmiah, dan simulasi klasifikasi atlet berbasis aplikasi digital. Kegiatan ini melibatkan mahasiswa dan dosen dari berbagai program studi di Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan fokus utama pada bidang fisioterapi dan olahraga adaptif dari lingkungan akademik dan komunitas penyandang disabilitas. Aplikasi PRSC digunakan sebagai media utama dalam praktik simulasi, di mana peserta diperkenalkan pada alur kerja klasifikasi atlet *para swimming* yang meliputi penilaian kemampuan fungsional, kekuatan otot, kontrol postural, serta rentang gerak ekstremitas.

Program ini bertujuan tidak hanya sebagai sarana penerapan teori ke dalam praktik, tetapi juga untuk memperkuat keterlibatan fisioterapis dalam pengembangan sistem klasifikasi berbasis teknologi. Melalui kegiatan ini, peserta memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan penilaian fungsional secara objektif dan memahami pentingnya integrasi teknologi digital dalam mendukung keadilan kompetisi di olahraga adaptif. Pendekatan ini diharapkan dapat memperkuat kolaborasi antara bidang fisioterapi dan teknologi informasi dalam menciptakan sistem klasifikasi yang lebih transparan, efisien, dan ilmiah.

Pelaksanaan dan Analisis Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan secara luring di Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) pada 18 Oktober 2025. Pelaksanaan dibagi menjadi dua sesi dengan total partisipan sebanyak 103 orang. Setiap sesi terdiri atas penyampaian materi, demonstrasi aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)*, serta diskusi interaktif mengenai penerapan klasifikasi digital dalam olahraga adaptif.

Tahapan kegiatan berfokus pada peningkatan pemahaman peserta terhadap pentingnya sistem klasifikasi fungsional yang objektif dan berbasis bukti dalam cabang olahraga para swimming. Proses kegiatan mencakup pemaparan konsep klasifikasi, simulasi penggunaan aplikasi, serta evaluasi pemahaman melalui diskusi reflektif dan sesi tanya jawab.

Analisis hasil kegiatan dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan meninjau keterlibatan, umpan balik, dan peningkatan pemahaman peserta setelah sesi pelatihan. Berdasarkan hasil analisis, kegiatan ini menghasilkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan dan pemahaman peserta terhadap klasifikasi fungsional berbasis teknologi digital. Kegiatan ini juga memperlihatkan potensi integrasi antara fisioterapi dan teknologi informasi dalam mendukung klasifikasi atlet penyandang disabilitas yang lebih efisien, objektif, dan adaptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat berjudul “*Pengenalan Aplikasi Para Swim Classification sebagai Upaya Digitalisasi Klasifikasi Atlet Para Sport*” telah dilaksanakan secara luring di Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) pada 18 Oktober 2025. Kegiatan ini berhasil terlaksana dengan melibatkan dua sesi pelaksanaan, yakni sesi pertama dengan 57 peserta dan sesi kedua dengan 46 peserta, yang terdiri atas dosen dan mahasiswa lintas program studi di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS).

Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep klasifikasi fungsional dalam olahraga para swimming, diikuti dengan demonstrasi penggunaan aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)* sebagai inovasi digital berbasis fisioterapi. Peserta diberikan kesempatan untuk mencoba fitur aplikasi secara langsung serta melakukan simulasi proses klasifikasi berdasarkan parameter kekuatan otot, kontrol postural, dan koordinasi gerak.



Gambar 1. Pelatihan Penggunaan Aplikasi PRSC Sesi 1



Gambar 2. Pelatihan Penggunaan Aplikasi PRSC Sesi 2



Gambar 3. Simulasi Penggunaan Aplikasi *BocciaGuard*



Gambar 4. Diskusi Interaktif dan Evaluasi



Gambar 5. *PRSC App*

Antusiasme peserta terlihat melalui keterlibatan aktif dalam diskusi dan sesi evaluasi. Berdasarkan hasil refleksi dan pengumpulan data umpan balik, kegiatan ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman peserta mengenai sistem klasifikasi digital serta penerapan teknologi dalam mendukung keadilan dan objektivitas penilaian atlet penyandang disabilitas.

Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini membuktikan bahwa penerapan inovasi digital seperti *Para Swim Classification (PRSC)* berperan penting dalam meningkatkan objektivitas dan efisiensi sistem klasifikasi atlet para swimming. Aplikasi ini tidak hanya menjadi sarana pembelajaran berbasis fisioterapi, tetapi juga media integratif yang menghubungkan aspek biomekanik, teknologi digital, dan klasifikasi fungsional. Temuan dari kegiatan ini sejalan dengan prinsip klasifikasi berbasis bukti yang dijelaskan dalam (Committee, 2024) serta penelitian (Wileman et al., 2025) yang menegaskan pentingnya pendekatan berbasis bukti (*evidence-based classification*) dalam sistem klasifikasi para sport untuk memastikan keadilan kompetisi dan akurasi hasil evaluasi. Penggunaan teknologi digital dalam proses klasifikasi memungkinkan pengumpulan data secara lebih sistematis dan terstandar, sekaligus mengurangi subjektivitas penilaian manual.

Dalam konteks cabang para swimming, hasil kegiatan ini juga mendukung temuan (Fortin-Guichard et al., 2022) yang menunjukkan bahwa kemampuan fungsional terutama aspek koordinasi dan kontrol motorik memiliki hubungan langsung dengan performa atlet. Hal ini memperkuat urgensi digitalisasi sistem klasifikasi melalui aplikasi PRSC sebagai langkah inovatif untuk menilai kemampuan gerak secara kuantitatif dan transparan.

Selain memberikan manfaat akademik, kegiatan ini turut mengimplementasikan prinsip *Outcome-Based Education* (OBE), di mana peserta memperoleh pengalaman belajar yang aplikatif dan berbasis hasil nyata. Melalui pelatihan ini, peserta mampu memahami penerapan teknologi digital dalam klasifikasi olahraga adaptif serta mengidentifikasi potensi kolaborasi lintas disiplin antara fisioterapi dan teknologi informasi. Secara keseluruhan, kegiatan ini menegaskan pentingnya sinergi antara keilmuan fisioterapi, analisis gerak, dan inovasi digital dalam mengembangkan sistem klasifikasi atlet penyandang disabilitas yang lebih ilmiah, efisien, dan berkeadilan. PRSC tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu klasifikasi, tetapi juga sebagai dasar pengembangan penelitian lanjutan berbasis *machine learning* untuk mewujudkan sistem klasifikasi yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa penerapan *Para Swim Classification (PRSC)* mampu menjadi langkah inovatif dalam mendukung digitalisasi sistem klasifikasi atlet para swimming. Kegiatan yang diselenggarakan di Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) ini berhasil meningkatkan kompetensi mahasiswa fisioterapi dan dosen pendamping dalam memahami konsep klasifikasi fungsional berbasis teknologi.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pengetahuan dan keterampilan peserta, terutama dalam melakukan penilaian terhadap kekuatan otot, kontrol postural, dan koordinasi motorik atlet penyandang disabilitas. Penerapan PRSC juga memperlihatkan potensi besar sebagai alat bantu objektif yang dapat mempercepat proses klasifikasi sekaligus mengurangi bias manual dalam penilaian performa atlet.

Secara keseluruhan, program ini menegaskan pentingnya sinergi antara fisioterapi dan pengembangan teknologi berbasis *Outcome-Based Education*, di mana proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada teori, tetapi juga menghasilkan produk aplikatif yang berdampak sosial, edukatif, dan berkelanjutan bagi masyarakat penyandang disabilitas.

SARAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan dan evaluasi kegiatan, disarankan agar pengembangan aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)* terus dilanjutkan melalui tahap validasi yang melibatkan populasi atlet para swimming dengan berbagai klasifikasi fungsional. Kolaborasi dengan lembaga pendukung olahraga disabilitas tingkat nasional juga perlu diperkuat untuk memastikan kesesuaian sistem dengan standar klasifikasi internasional.

Selain itu, kegiatan pelatihan serupa direkomendasikan untuk diperluas ke lingkup universitas lain di Indonesia agar mahasiswa fisioterapi dan dosen memperoleh pengalaman langsung dalam penerapan teknologi digital pada proses klasifikasi atlet. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada integrasi PRSC dengan sensor biomekanik atau sistem *wearable* untuk meningkatkan akurasi data dan efisiensi penilaian performa atlet.

KONTRIBUSI PARA PENULIS

Zidan Wijaya Sakti: konseptualisasi, kurasi data, investigasi, metodologi, visualisasi, administrasi proyek, dan penulisan draf awal.

Suryo Saputra Perdana: pengawasan, konseptualisasi, validasi, peninjauan dan penyuntingan, serta sumber daya.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis naskah ini menyatakan bahwa mereka tidak memiliki konflik kepentingan atau kepentingan yang bersaing yang dapat memengaruhi hasil dan isi publikasi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Fisioterapi Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) dan Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Fakultas Ilmu Kesehatan atas dukungan penuh dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh dosen pembimbing dan mahasiswa dari berbagai program studi yang telah berpartisipasi aktif dalam pelatihan serta memberikan masukan berharga terhadap pengembangan aplikasi *Para Swim Classification (PRSC)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Committee, I. P. (2024). World Para Swimming Rules and Regulations – April 2024. In *International Paralympic Committee* (April 2024, Issue page). International Paralympic Committee. <https://www.paralympic.org/swimming/rules-and-regulations>
- Fortin-Guichard, D., Ravensbergen, H. J. C., Krabben, K., Allen, P. M., & Mann, D. L. (2022). The Relationship Between Visual Function and Performance in Para Swimming. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00412-3>
- Jastrow, F., Greve, S., Thumel, M., Diekhoff, H., & Süßenbach, J. (2022). Digital technology in physical education: a systematic review of research from 2009 to 2020. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52(4), 504–528. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00848-5>
- Jia, Y., Anida Abdullah, N., Eliza, H., Lu, Q., Si, D., Guo, H., & Wang, W. (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(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01294-0>
- Lee, Y. H., O'Dowd, D. N., Hogarth, L., Burkett, B., & Payton, C. (2025). Effect of Central Motor and Neuromuscular Impairments on Front Crawl Body Roll Characteristics of Para Swimmers. *Sports Medicine - Open*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00885-y>
- Namira Mutia Khanza, & Suryo Saputra Perdana. (2025). Sports Injuries and Physiotherapy Services on Minimal Impairment in Indonesian Paralympic Athletes in The Asean Para Games Cambodia 2023. *Kinestetik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 9(1), 268–278. <https://doi.org/10.33369/jk.v9i1.40287>
- Salerno, J., Tow, S., Regan, E., Bendziewicz, S., McMillan, M., & Harrington, S. (2022). Injury and Injury Prevention in United States Para Swimming: A Mixed-Methods Approach. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(2), 293–306. <https://doi.org/10.26603/001c.31173>

Suci Syafatillah, S., & Saputra Perdana, S. (2025). Relationship of Impairment Classification to Injury Incidence in Para Sport Athletes: A Systematic Review. *Gaster*, 23(1), 73–82.
<https://doi.org/10.30787/gaster.v23i1.1699>

Wileman, T. M., McKay, M. J., Hackett, D. A., Watson, T. J., Fleeton, J., & Fornusek, C. (2025). Guiding Evidence-Based Classification in Para Sporting Populations: A Systematic Review of Impairment Measures and Activity Limitations. In *Sports Medicine* (Vol. 55, Issue 2). Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/s40279-024-02132-y>

Yang, L., Li, S., Wang, S., & Gu, Y. (2024). Biomechanical Analysis of Limb Coordination in Front-Crawl Among Elite S10 and S12 Para Swimmers: Implications for Performance Optimization. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(23).
<https://doi.org/10.3390/app142311182>