

Efektivitas Gamifikasi Target Digital terhadap Ketepatan Servis Forehand Tennis Meja Siswa Ekstrakurikuler SMA

Nurdin

¹Program studi pendidikan jasmani fakultas ilmu keolahragaan dan kesehatan Masyarakat,
Universitas Pendidikan Mandalika

Corresponding Author e-mail: nurdin@undikma.ac.id

Received: June 2026; Revised: July 2026; Published: August 2026

Abstrak

Ketepatan servis forehand merupakan keterampilan penting dalam tenis meja karena menentukan kualitas awal serangan, kontrol permainan, dan peluang memperoleh poin. Namun, latihan konvensional dalam kegiatan ekstrakurikuler sering belum memberikan pengalaman belajar yang menarik, terukur, dan berbasis umpan balik yang jelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas gamifikasi target digital terhadap peningkatan ketepatan servis forehand tenis meja pada siswa ekstrakurikuler SMA. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan one group pretest-posttest design. Sampel penelitian berjumlah 23 siswa ekstrakurikuler tenis meja di SMA Negeri 8 Mataram. Instrumen yang digunakan adalah tes ketepatan servis forehand tenis meja. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas varians, dan uji-t dengan bantuan JASP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pretest sebesar 27,00 dengan standar deviasi 2,844 meningkat menjadi 29,87 dengan standar deviasi 3,429 pada posttest. Rata-rata gain score sebesar 2,870 menunjukkan adanya peningkatan ketepatan servis setelah perlakuan. Hasil uji hipotesis menunjukkan perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan ($p < 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa gamifikasi target digital dapat digunakan sebagai alternatif latihan yang efektif, menarik, dan terukur untuk meningkatkan ketepatan servis forehand tenis meja pada siswa ekstrakurikuler SMA.

Kata kunci: gamifikasi; target digital; servis forehand; tenis meja; ekstrakurikuler SMA

The Effectiveness of Digital Target Gamification on Table Tennis Forehand Serve Accuracy Among High School Extracurricular Students

Abstract

Forehand serve accuracy is an essential skill in table tennis because it determines the quality of the initial attack, game control, and opportunities to gain points. However, conventional training in extracurricular activities often does not provide an engaging, measurable, and feedback-oriented learning experience. This study aimed to examine the effectiveness of digital target gamification in improving forehand serve accuracy among high school extracurricular table tennis students. A quantitative approach was employed using a one group pretest-posttest design. The sample consisted of 23 table tennis extracurricular students at SMA Negeri 8 Mataram. The research instrument was a forehand serve accuracy test. Data were analyzed using descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, variance homogeneity test, and t-test with JASP software. The results showed that the mean pretest score was 27.00 with a standard deviation of 2.844, increasing to 29.87 with a standard deviation of 3.429 in the posttest. The mean gain score of 2.870 indicated an improvement in serve accuracy after the treatment. The hypothesis test showed a significant difference between scores before and after the intervention ($p < .05$). These findings indicate that digital target gamification can be used as an effective, engaging, and measurable training alternative to improve forehand serve accuracy among high school extracurricular table tennis students.

Keywords: gamification; digital target; forehand serve; table tennis; high school extracurricular

How to Cite: Nurdin, N. (2026). Efektivitas Gamifikasi Target Digital terhadap Ketepatan Servis Forehand Tennis Meja Siswa Ekstrakurikuler SMA. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 4610-4626. <https://doi.org/10.36312/p681pf78>



<https://doi.org/10.36312/p681pf78>

Copyright© 2026, Nurdin

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Pendidikan jasmani dan olahraga sekolah memiliki peran penting dalam pengembangan kemampuan kognitif, psikomotor, afektif, dan kebiasaan hidup aktif peserta didik. Dalam konteks tersebut, pembelajaran olahraga tidak hanya berfokus pada penguasaan gerak dasar, tetapi juga pada kemampuan siswa menggunakan keterampilan teknik secara akurat, terkontrol, dan relevan dengan situasi permainan. Tennis meja merupakan cabang olahraga yang menuntut koordinasi mata-tangan, kontrol bola, kecepatan reaksi, keseimbangan tubuh, serta kemampuan menempatkan bola pada area sasaran. Keterampilan teknik menjadi komponen penting karena performa tennis meja dipengaruhi oleh variasi pukulan, penempatan bola, dan penguasaan servis yang digunakan dalam permainan (Widodo et al., 2024). Servis memiliki posisi strategis karena menjadi titik awal reli, satu-satunya teknik yang dilakukan tanpa tekanan pukulan lawan, dan dapat digunakan untuk memperoleh inisiatif serangan atau poin langsung (Ma et al., 2025). Dalam konteks servis forehand, ketepatan penempatan bola menentukan kualitas awal permainan karena arah, kecepatan, dan karakter bola dapat memengaruhi kesiapan lawan dalam melakukan pengembalian (Ardiyanto et al., 2021). Oleh karena itu, ketepatan servis forehand dapat dipandang sebagai indikator penting dalam pembelajaran teknik dasar tennis meja. Sejalan dengan perkembangan pendidikan jasmani, strategi pembelajaran perlu bergerak dari latihan berulang yang bersifat mekanis menuju pengalaman belajar yang aktif, terukur, dan bermakna. Kajian tentang gamifikasi dan game-based learning menunjukkan bahwa unsur permainan, tujuan yang jelas, tantangan, serta keterlibatan aktif siswa dapat mendukung motivasi, partisipasi, dan kualitas pengalaman belajar dalam pendidikan jasmani (Ferraz et al., 2024; Ezeddine et al., 2025).

Masalah utama yang mendasari penelitian ini adalah belum optimalnya ketepatan servis forehand tennis meja pada siswa ekstrakurikuler SMA. Ketepatan servis bukan sekadar kemampuan memukul bola melewati net, melainkan kemampuan menempatkan bola ke area sasaran dengan kontrol gerak, konsentrasi, dan pengulangan latihan yang konsisten. Pada atlet junior, rendahnya akurasi servis forehand telah dilaporkan sebagai masalah teknis ketika pemain gagal menempatkan bola sesuai target sehingga latihan perlu memperhatikan koordinasi teknik, konsentrasi, dan ketepatan arah secara bersamaan (Ardiyanto et al., 2021). Dalam kegiatan ekstrakurikuler sekolah, masalah tersebut dapat terjadi karena waktu latihan terbatas, variasi latihan kurang, sasaran latihan belum cukup jelas, dan umpan balik tidak selalu diterima secara langsung oleh siswa. Ma et al. (2025) menjelaskan bahwa pembelajaran servis tennis meja secara tradisional sering bertumpu pada pengulangan fisik dan koreksi pelatih, sedangkan kebutuhan peserta latihan untuk memperoleh umpan balik yang sesuai belum selalu menjadi pusat proses belajar. Padahal, pengukuran keterampilan olahraga memerlukan instrumen dan indikator yang jelas agar kelemahan, kekuatan, serta perkembangan kemampuan dapat dievaluasi secara tepat (Widodo et al., 2024). Urgensi penelitian ini juga diperkuat oleh temuan bahwa latihan berbasis target mampu meningkatkan akurasi keterampilan olahraga secara sistematis pada siswa sekolah, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian target training terhadap akurasi shooting futsal siswa SMA (Musa et al., 2026). Dengan demikian, rendahnya ketepatan servis forehand dapat dipahami sebagai masalah pedagogis dan motorik yang masih mungkin diperbaiki melalui desain latihan yang

lebih terarah, menantang, berbasis target, dan menyediakan umpan balik performa secara lebih konkret.

Penelitian terdahulu telah memberikan dasar penting bagi pengembangan latihan berbasis gamifikasi, target, dan umpan balik dalam olahraga, tetapi belum secara spesifik menjawab kebutuhan penelitian ini. Dalam pendidikan jasmani, gamifikasi telah banyak dibahas sebagai strategi yang dapat meningkatkan motivasi, partisipasi, keterlibatan siswa, dan pengalaman belajar melalui integrasi elemen permainan ke dalam konteks nonpermainan (Ferraz et al., 2024). Penelitian game-based physical education juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis permainan dapat meningkatkan motivasi, motor engagement, dan hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional yang lebih berpusat pada guru (Ezeddine et al., 2025). Pada bidang tenis meja, penelitian sebelumnya telah mengkaji validitas battery test keterampilan tenis meja, pengaruh imagery dan konsentrasi terhadap akurasi servis forehand, serta efektivitas self-controlled feedback terhadap pembelajaran keterampilan servis (Ardiyanto et al., 2021; Ma et al., 2025; Widodo et al., 2024). Sementara itu, penelitian tentang latihan berbasis target telah menunjukkan manfaat terhadap akurasi keterampilan olahraga, meskipun konteksnya masih berada pada cabang olahraga lain seperti futsal (Musa et al., 2026). Kajian teknologi olahraga juga menunjukkan bahwa sistem interaktif, visual feedback, dan platform latihan cerdas berpotensi memperkaya proses latihan melalui pengalaman yang lebih adaptif dan menarik (Du et al., 2026; Postma et al., 2019). Namun, masih terdapat celah penelitian yang jelas. Kajian gamifikasi dalam pendidikan jasmani umumnya belum diarahkan pada indikator teknik spesifik tenis meja; penelitian servis tenis meja lebih banyak menekankan feedback, imagery, konsentrasi, atau instrumen tes; sedangkan latihan target belum banyak dikaitkan dengan media digital untuk meningkatkan ketepatan servis forehand pada siswa ekstrakurikuler SMA. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan gamifikasi target digital sebagai perlakuan latihan yang menggabungkan sasaran visual, aturan skor, tantangan, keterlibatan aktif, dan evaluasi performa untuk meningkatkan ketepatan servis forehand tenis meja.

Berdasarkan konteks, masalah, dan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas gamifikasi target digital terhadap peningkatan ketepatan servis forehand tenis meja pada siswa ekstrakurikuler SMA. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada siswa ekstrakurikuler tenis meja di SMA Negeri 8 Mataram, dengan variabel bebas berupa gamifikasi target digital dan variabel terikat berupa ketepatan servis forehand tenis meja. Indikator utama yang dikaji adalah perubahan skor ketepatan servis forehand sebelum dan sesudah perlakuan, sehingga arah analisis difokuskan pada perbandingan hasil pretest dan posttest. Secara operasional, gamifikasi target digital dipahami sebagai bentuk latihan yang memadukan sasaran visual, sistem skor, tantangan latihan, pengulangan terarah, keterlibatan siswa, dan umpan balik performa untuk membantu siswa mengarahkan bola secara lebih tepat. Rumusan ini sejalan dengan temuan bahwa feedback dalam pembelajaran servis tenis meja dapat mendukung perbaikan akurasi dan kualitas teknik, terutama ketika informasi hasil dan informasi performa diberikan secara relevan dengan kebutuhan belajar (Ma et al., 2025). Selain itu, pemanfaatan teknologi interaktif dalam latihan olahraga dapat memperkaya lingkungan belajar

karena menyediakan visualisasi tugas, respons terhadap performa, dan pengalaman latihan yang lebih terstruktur (Du et al., 2026; Postma et al., 2019). Meskipun demikian, penelitian ini memiliki batasan karena menggunakan satu kelompok pretest-posttest, jumlah sampel terbatas, dan dilakukan pada satu sekolah. Dengan batasan tersebut, hipotesis kerja penelitian diarahkan pada dugaan bahwa terdapat peningkatan signifikan ketepatan servis forehand setelah siswa mengikuti latihan gamifikasi target digital. Hasil penelitian diharapkan memberi kontribusi praktis bagi guru PJOK dan pembina ekstrakurikuler dalam merancang latihan servis yang lebih terukur, serta kontribusi ilmiah bagi pengembangan strategi gamifikasi berbasis target digital dalam pembelajaran keterampilan olahraga sekolah.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimental. Desain yang digunakan adalah one group pretest-posttest design, yaitu desain yang melibatkan satu kelompok subjek yang diukur sebelum perlakuan, diberi intervensi, kemudian diukur kembali setelah perlakuan. Desain ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menguji perubahan ketepatan servis forehand tenis meja siswa setelah mengikuti latihan berbasis gamifikasi target digital. Pendekatan kuantitatif sesuai dengan karakter data penelitian karena skor ketepatan servis forehand dinyatakan dalam bentuk angka dan dianalisis melalui statistik deskriptif serta inferensial. Desain satu kelompok juga selaras dengan kondisi penelitian ekstrakurikuler sekolah yang menggunakan kelompok peserta aktif yang sama dari tahap pretest sampai posttest. Penelitian serupa dalam konteks olahraga sekolah menunjukkan bahwa desain pretest-posttest dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan performa teknik setelah intervensi latihan, khususnya ketika peneliti membandingkan skor awal dan skor akhir pada peserta yang sama (Musa et al., 2026). Dalam konteks pendidikan jasmani, pendekatan berbasis permainan dan gamifikasi dipahami sebagai strategi pedagogis yang dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar gerak siswa (Ferraz et al., 2024; Ezeddine et al., 2025). Oleh karena itu, desain ini dinilai relevan untuk menguji efektivitas perlakuan yang berorientasi pada target, skor, tantangan, dan umpan balik. Namun, karena desain ini tidak menggunakan kelompok kontrol, interpretasi hasil harus dilakukan secara hati-hati dan tidak digeneralisasi melebihi konteks subjek yang diteliti.

Table 1. Desain penelitian

Pretest	Treatment	Posttest
O ₁ : Tes awal ketepatan servis forehand tenis meja	X: Latihan gamifikasi target digital	O ₂ : Tes akhir ketepatan servis forehand tenis meja

Peserta / Sampel / Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 8 Mataram pada peserta ekstrakurikuler tenis meja. Sampel penelitian berjumlah 23 siswa yang mengikuti kegiatan ekstrakurikuler tenis meja dan bersedia menjalani seluruh rangkaian penelitian, mulai dari tes awal, perlakuan, sampai tes akhir. Berdasarkan dokumen sumber, subjek penelitian dipilih karena memiliki keterlibatan aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler tenis meja di sekolah. Dengan demikian, teknik pemilihan sampel yang paling sesuai untuk

dilaporkan adalah purposive sampling, yaitu pemilihan subjek berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria inklusi penelitian meliputi siswa yang terdaftar sebagai peserta ekstrakurikuler tenis meja, mengikuti kegiatan latihan secara aktif, mampu melakukan servis forehand, serta mengikuti tahapan pretest, perlakuan, dan posttest. Kriteria eksklusi yang dapat digunakan adalah siswa yang tidak mengikuti salah satu tahapan penelitian secara lengkap atau memiliki kondisi yang menghambat pelaksanaan tes servis. Informasi rinci mengenai usia, kelas, jenis kelamin, pengalaman bermain tenis meja, dan riwayat latihan belum tersedia dalam dokumen sumber sehingga perlu dilengkapi sebelum naskah dikirimkan ke jurnal. Pelaporan karakteristik subjek penting karena penelitian keterampilan olahraga di lingkungan sekolah dipengaruhi oleh tingkat pengalaman, kesiapan motorik, dan kondisi pembelajaran. Penelitian terdahulu pada siswa sekolah menengah juga menempatkan konteks sekolah dan kegiatan ekstrakurikuler sebagai lingkungan yang relevan untuk menguji efektivitas latihan berbasis target terhadap peningkatan akurasi keterampilan olahraga (Musa et al., 2026).

Table 2. Peserta dan kriteria pengambilan sampel

Component	Description
Research site	SMA Negeri 8 Mataram
Population	Siswa yang mengikuti kegiatan ekstrakurikuler tenis meja
Sample size	23 siswa
Sampling technique	Purposive sampling berdasarkan keterlibatan aktif dalam ekstrakurikuler tenis meja
Inclusion criteria	Peserta aktif, bersedia mengikuti seluruh tahapan, dan mampu melakukan servis forehand
Information to be completed	Usia, kelas, jenis kelamin, pengalaman latihan, serta durasi keikutsertaan dalam ekstrakurikuler

Instrumen dan Prosedur Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes ketepatan servis forehand tenis meja. Instrumen ini diarahkan untuk mengukur kemampuan siswa menempatkan bola hasil servis forehand ke area target yang telah ditentukan. Skor pretest digunakan untuk menggambarkan kemampuan awal siswa, sedangkan skor posttest digunakan untuk menilai perubahan ketepatan servis setelah perlakuan gamifikasi target digital. Literatur tentang pengukuran keterampilan tenis meja menekankan pentingnya instrumen yang valid, reliabel, dan berbasis indikator teknik permainan, termasuk keterampilan servis (Widodo et al., 2024). Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa tes akurasi servis forehand dapat digunakan dalam penelitian tenis meja, tetapi validitas dan reliabilitas instrumen pada penelitian ini belum dicantumkan secara spesifik dalam dokumen sumber sehingga perlu dilaporkan secara eksplisit pada naskah final (Ardiyanto et al., 2021). Jika instrumen merupakan adaptasi dari instrumen terdahulu, penulis perlu menjelaskan sumber instrumen, jumlah percobaan servis, ukuran dan posisi target, sistem penskoran, prosedur validasi ahli, serta hasil reliabilitas. Jika instrumen dikembangkan sendiri, penulis perlu menambahkan prosedur pengembangan, validasi isi, uji coba terbatas, dan konsistensi penilaian. Hal ini penting karena penelitian tentang keterampilan servis tenis meja sering menggunakan zona target, penilaian akurasi, serta evaluasi teknik untuk memperoleh data yang lebih objektif (Ma et al., 2025).

Prosedur penelitian dilakukan melalui empat tahap utama. Tahap pertama adalah persiapan, meliputi penentuan peserta, penjelasan tujuan penelitian, penyiapan meja, bet, bola, area target, perangkat target digital, lembar pencatatan skor, serta jadwal pelaksanaan. Tahap kedua adalah pretest, yaitu pengukuran awal ketepatan servis forehand sebelum perlakuan. Tahap ketiga adalah perlakuan berupa latihan gamifikasi target digital. Perlakuan ini dirancang sebagai latihan servis forehand dengan target visual/digital, sistem skor, tantangan, dan umpan balik performa. Konsep latihan berbasis teknologi interaktif dalam olahraga dapat mendukung lingkungan latihan yang lebih adaptif dan memberi umpan balik visual kepada peserta (Postma et al., 2019; Du et al., 2026). Namun, dokumen sumber belum memuat rincian jenis perangkat digital, aplikasi atau media yang digunakan, durasi perlakuan, jumlah pertemuan, lama setiap sesi, aturan permainan, dan sistem pemberian skor. Informasi tersebut perlu dilengkapi agar metode dapat direplikasi. Tahap keempat adalah posttest, yaitu pengukuran akhir setelah perlakuan menggunakan prosedur tes yang sama dengan pretest. Kesamaan prosedur pengukuran diperlukan agar perubahan skor dapat dikaitkan secara lebih konsisten dengan perlakuan yang diberikan.

Table 3. Variabel, instrumen, dan indikator

Variable		Role	Indicator		Data Source
Gamifikasi digital	target	Independent variable / treatment	Latihan berbasis visual/digital, tantangan, dan umpan balik	servis target skor, dan	Dokumen sumber; rincian perangkat dan durasi perlu dilengkapi
Ketepatan forehand tenis meja	servis	Dependent variable	Skor kemampuan menempatkan servis forehand pada area target		Tes ketepatan servis forehand pada pretest dan posttest
Siswa ekstrakurikuler SMA		Research subjects	Peserta aktif ekstrakurikuler tenis meja		Data subjek penelitian

Table 4. Prosedur penelitian

Stage	Activity	Output
Preparation	Menentukan peserta, menyiapkan instrumen, target digital, perangkat latihan, dan jadwal penelitian	Kesiapan pelaksanaan penelitian
Pretest	Mengukur ketepatan servis forehand sebelum perlakuan	Skor awal ketepatan servis forehand
Treatment	Melaksanakan latihan gamifikasi target digital	Pengalaman latihan berbasis target, skor, tantangan, dan umpan balik
Posttest	Mengukur ketepatan servis forehand setelah perlakuan	Skor akhir ketepatan servis forehand
Data processing	Menganalisis skor pretest dan posttest	Statistik deskriptif dan hasil uji hipotesis

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan JASP versi 0.95.4.0. Analisis dimulai dengan statistik deskriptif untuk menggambarkan skor pretest dan posttest ketepatan servis forehand, meliputi jumlah sampel, skor minimum, skor maksimum, rata-rata, dan standar deviasi. Statistik deskriptif diperlukan untuk menunjukkan kondisi awal, kondisi akhir, serta kecenderungan perubahan skor setelah perlakuan. Setelah itu, uji prasyarat dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk untuk menilai normalitas data. Karena penelitian menggunakan desain satu kelompok dengan pengukuran berpasangan, normalitas yang paling relevan untuk paired samples t-test adalah normalitas skor selisih antara posttest dan pretest. Dokumen sumber juga mencantumkan Levene's Test sebagai uji homogenitas varians. Uji tersebut dapat dilaporkan sebagai informasi tambahan apabila tetap dipersyaratkan, tetapi interpretasi utama pada desain berpasangan tetap diarahkan pada distribusi selisih skor. Kriteria pengambilan keputusan menggunakan taraf signifikansi 0,05; data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Jika asumsi normalitas tidak terpenuhi, peneliti perlu mempertimbangkan uji nonparametrik yang sesuai, seperti Wilcoxon signed-rank test, dan menjelaskan alasan penggunaannya.

Uji hipotesis dilakukan menggunakan paired samples t-test karena skor pretest dan posttest berasal dari subjek yang sama. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara ketepatan servis forehand sebelum dan sesudah perlakuan gamifikasi target digital. Hipotesis penelitian diterima apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara skor pretest dan posttest. Selain nilai signifikansi, hasil analisis sebaiknya menampilkan mean difference, nilai t, derajat kebebasan, dan arah perubahan skor agar interpretasi lebih lengkap. Penelitian terdahulu pada keterampilan olahraga berbasis target menunjukkan bahwa perbandingan pretest dan posttest dapat memberikan bukti empiris mengenai efektivitas latihan terhadap peningkatan akurasi performa (Musa et al., 2026). Dalam konteks pembelajaran servis tenis meja, pengukuran akurasi dan evaluasi teknik juga penting karena feedback dan target latihan berhubungan langsung dengan proses pemerolehan keterampilan motorik (Ma et al., 2025). Ukuran efek belum tersedia dalam dokumen sumber, tetapi dapat ditambahkan pada naskah final apabila data lengkap tersedia untuk memperkuat interpretasi efektivitas perlakuan.

Table 5. Rencana analisis data

Analysis	Purpose	Test/Statistic	Decision Criterion
Descriptive statistics	Menggambarkan skor pretest dan posttest	N, minimum, maximum, mean, standard deviation	Disajikan secara numerik dan naratif
Normality test	Menilai distribusi data, terutama skor selisih	Shapiro-Wilk	$p > 0.05$ = normal
Homogeneity test	Informasi tambahan jika tetap dilaporkan	Levene's Test	$p > 0.05$ = homogen
Hypothesis test	Menguji perbedaan skor pretest dan posttest	Paired samples t-test	$p < 0.05$ = signifikan

Additional reporting	Memperkuat interpretasi efektivitas	Mean difference and effect size	Dilaporkan jika data lengkap tersedia
----------------------	-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------

Catatan: informasi mengenai durasi perlakuan, jumlah pertemuan, detail perangkat target digital, skema skor, serta validitas dan reliabilitas instrumen pada penelitian ini belum tersedia dalam dokumen sumber dan perlu dilengkapi sebelum submit ke jurnal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

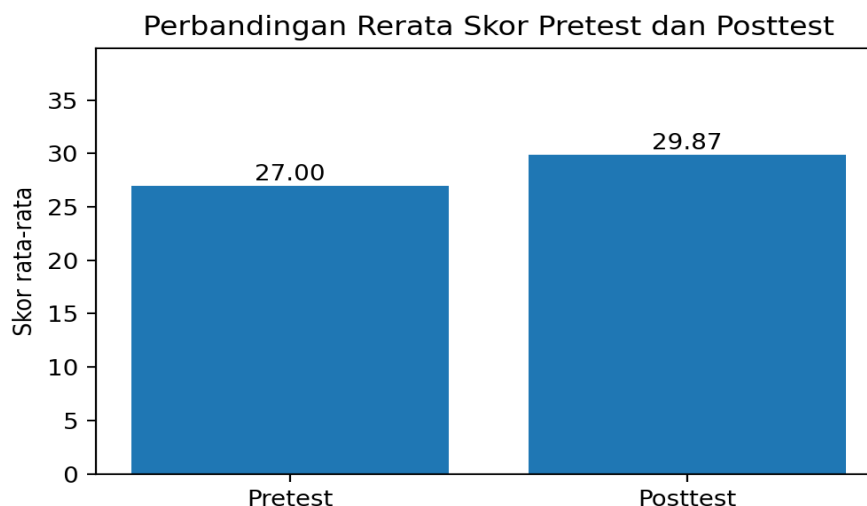
Hasil

Analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan ketepatan servis forehand setelah penerapan gamifikasi target digital. Sebelum perlakuan, 23 siswa memperoleh skor pretest dengan rata-rata 27.00 dan standar deviasi 2.844; skor terendah adalah 21.00, sedangkan skor tertinggi adalah 32.00. Setelah perlakuan, rata-rata posttest meningkat menjadi 29.87 dengan standar deviasi 3.429; skor terendah meningkat menjadi 25.00, sedangkan skor tertinggi meningkat menjadi 38.00. Rata-rata gain score adalah 2.870 poin atau setara dengan peningkatan rata-rata 10.63% dibandingkan rata-rata pretest. Pola skor individual juga menunjukkan kecenderungan positif yang konsisten karena seluruh 23 siswa memperoleh skor posttest yang lebih tinggi daripada skor pretest, dengan rentang gain score dari 1.00 sampai 7.00. Data tersebut menunjukkan bahwa skor akhir tidak hanya meningkat dari sisi rata-rata, tetapi juga menunjukkan kenaikan batas performa atas, sebagaimana terlihat dari peningkatan skor maksimum dari 32.00 menjadi 38.00. Statistik deskriptif pada Tabel 1 dan perbandingan rerata pada Gambar 1 menjadi bukti empiris utama untuk pola awal tersebut.

Tabel 6. Statistik Deskriptif Skor Pretest, Posttest, dan Gain Score

Variabel	N	Mean	Std. Deviasi	Minimum	Maximum
Pretest	23	27.00	2.844	21.00	32.00
Posttest	23	29.87	3.429	25.00	38.00
Gain score	23	2.870	1.604	1.00	7.00

Catatan. Gain score dihitung dari skor posttest dikurangi skor pretest.



Gambar 1. Perbandingan Rerata Skor Pretest dan Posttest

Uji prasyarat dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik distribusi data pretest, posttest, dan gain score sebelum hasil inferensial ditafsirkan. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data pretest berdistribusi normal, $W = 0.974$, $p = .789$, dan data posttest juga berdistribusi normal, $W = 0.956$, $p = .391$. Namun, gain score tidak memenuhi asumsi normalitas, $W = 0.831$, $p = .001$. Pola ini menunjukkan bahwa dua waktu pengukuran memiliki profil distribusi yang dapat diterima, sedangkan besaran peningkatan individual tidak tersebar secara merata antar peserta. Gain score tetap menunjukkan arah positif pada semua siswa, tetapi besar peningkatannya berbeda-beda. Hasil Levene's test menunjukkan bahwa varians skor pretest dan posttest bersifat homogen, $F(1, 44) = 0.891$, $p = .350$. Dengan demikian, hasil deskriptif dan uji prasyarat menunjukkan bahwa skor setelah perlakuan meningkat, varians kedua pengukuran relatif sebanding, dan distribusi gain score perlu ditafsirkan secara hati-hati. Rincian hasil ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 7. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	N	Shapiro-Wilk W	p-value	Keputusan
Pretest	23	0.974	.789	Normal
Posttest	23	0.956	.391	Normal
Gain score	23	0.831	.001	Tidak normal

Catatan. Kriteria keputusan adalah $p > .05$ untuk distribusi normal.

Tabel 8. Uji Homogenitas Varians

Variabel	F	df1	df2	p-value	Keputusan
Skor	0.891	1	44	.350	Homogen

Catatan. Levene's test ditafsirkan menggunakan kriteria $p > .05$.

Hipotesis utama diuji menggunakan paired-samples t-test karena 23 siswa yang sama diukur sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil perbandingan berpasangan menunjukkan bahwa skor pretest secara signifikan lebih rendah daripada skor posttest, $t(22) = -8.579$, $p < .001$. Selisih rerata untuk perbandingan pretest dikurangi posttest adalah -2.870, dengan interval kepercayaan 95% dari -3.563 sampai -2.176. Karena nilai selisih tersebut negatif, arah hasil mengonfirmasi bahwa skor posttest lebih tinggi daripada skor pretest. Ukuran efek berpasangan adalah Cohen's $d_z = -1.789$; secara absolut, nilai ini menunjukkan perubahan yang besar antara dua waktu pengukuran. Jika digabungkan dengan gain deskriptif sebesar 2.870 poin dan fakta bahwa seluruh peserta mengalami peningkatan, hasil statistik tersebut mendukung hipotesis bahwa gamifikasi target digital berasosiasi dengan peningkatan yang signifikan pada ketepatan servis forehand siswa. Ringkasan hasil paired-samples t-test ditampilkan pada Tabel 4. Output independent-samples t-test yang tercatat dalam dokumen sumber menghasilkan $t(44) = -3.089$, $p = .003$, dan Cohen's $d = -0.911$; namun, output tersebut tidak digunakan sebagai uji hipotesis utama karena desain penelitian menggunakan pengukuran berulang pada peserta yang sama.

Tabel 4. Paired-Samples T-Test Skor Pretest dan Posttest

Pasangan	Selisih	t	df	p	95% CI LL	95% CI UL	Cohen's d_z	Hasil
Pretest - Posttest	-2.870	-8.579	22	< .001	-3.563	-2.176	-1.789	Sig.

Catatan. Selisih rerata bernilai negatif karena rata-rata posttest lebih tinggi daripada rata-rata pretest.

Pembahasan

Peningkatan skor dari pretest ke posttest menunjukkan bahwa gamifikasi target digital membantu siswa melakukan servis forehand dengan ketepatan penempatan yang lebih baik setelah intervensi. Makna utama temuan ini bukan sekadar adanya kenaikan skor akhir, tetapi bahwa intervensi menghasilkan kondisi latihan yang lebih konsisten karena seluruh peserta menunjukkan gain positif. Dalam konteks keterampilan motorik, pola ini penting karena tugas akurasi menuntut siswa mengoordinasikan perhatian, eksekusi gerak, dan pemantauan hasil pada setiap pengulangan latihan. Penelitian pada olahraga raket dan performa motorik olahraga menunjukkan bahwa akurasi servis dan penempatan pukulan dipengaruhi oleh kontrol eksekutif, persepsi usaha, dan kendala kelelahan (Kuroda et al., 2023); (Ding et al., 2024). Temuan penelitian ini sejalan dengan pandangan tersebut karena penggunaan target visual dapat membantu siswa mengatur arah gerak dan mempertahankan fokus tugas. Pola ini juga selaras dengan bukti bahwa aktivitas pendidikan jasmani berbasis permainan atau gamifikasi dapat meningkatkan keterlibatan motorik dan partisipasi keterampilan ketika aktivitas memuat tujuan, aturan, tantangan, dan umpan balik yang jelas (Çakır et al., 2025); (Wahyuniati et al., 2025); (Wibowo, 2024). Namun, penelitian ini berbeda dari beberapa studi sebelumnya karena tidak menggunakan kelompok kontrol atau lebih dari satu bentuk perlakuan. Oleh karena itu, peningkatan yang ditemukan sebaiknya ditafsirkan sebagai perubahan bermakna dalam satu kelompok, bukan sebagai bukti final bahwa perlakuan ini lebih unggul daripada semua metode pembelajaran lain.

Hasil uji prasyarat sekaligus memperkuat dan membatasi penafsiran temuan. Distribusi pretest dan posttest yang normal menunjukkan bahwa dua set skor observasi tidak menunjukkan penyimpangan statistik yang kuat, sedangkan hasil homogenitas memperlihatkan bahwa variabilitas sebelum dan sesudah perlakuan relatif sebanding. Namun, gain score yang tidak normal menunjukkan bahwa siswa tidak meningkat dengan besaran yang sama. Hal ini penting secara akademik karena desain one group pretest-posttest sangat bergantung pada pola perbedaan individual, bukan hanya pada selisih rerata. Studi gamifikasi dalam pendidikan jasmani juga menunjukkan bahwa respons peserta terhadap elemen permainan dapat berbeda menurut jenis motivasi, pemenuhan kebutuhan psikologis, struktur tugas, dan karakteristik peserta didik (Montiel-Ruiz & Calderón, 2025); (Gea-García & Martínez López, 2025); (Fernandez-Rio et al., 2025). Dengan demikian, gain score yang tidak normal dalam penelitian ini dapat mencerminkan perbedaan kemampuan awal, perbedaan adaptasi terhadap latihan berbasis target, atau perbedaan manfaat dari elemen kompetisi dan skor. Penafsiran tersebut juga sesuai dengan bukti tinjauan yang menunjukkan bahwa gamifikasi pendidikan jasmani bersifat menjanjikan, tetapi sangat dipengaruhi oleh konteks dan tidak selalu menghasilkan dampak yang seragam pada semua kondisi (Arufe-Giráldez et al., 2022); (Dartini et al., 2026); (Carcelén-Fraile & Aibar-Almazán, 2026). Oleh sebab itu, peningkatan signifikan perlu dibaca bersama catatan metodologis bahwa penelitian berikutnya sebaiknya menambahkan uji sensitivitas nonparametrik atau sampel yang lebih besar untuk memverifikasi ketahanan pola gain score.

Hasil paired-samples t-test yang signifikan menunjukkan bahwa intervensi berasosiasi dengan perubahan substansial dalam ketepatan servis forehand. Ukuran efek yang besar mengindikasikan bahwa perubahan tersebut bukan sekadar fluktuasi kecil dalam skor tes, melainkan pergeseran performa yang terlihat secara praktis. Secara teoretis, hal ini dapat dijelaskan melalui peran kejelasan target dan umpan balik spesifik tugas dalam pembelajaran motorik. Penelitian tentang umpan balik visual dan augmented feedback menunjukkan bahwa peserta belajar dapat meningkatkan performa motorik ketika informasi kesalahan gerak atau hasil performa dibuat lebih mudah diakses selama latihan (Potdevin et al., 2018); (Patton et al., 2013); (Yamamoto et al., 2022). Gamifikasi target digital dapat bekerja melalui mekanisme yang serupa karena target, skor, dan hasil langsung memberikan informasi konkret apakah servis mencapai area yang diharapkan. Mekanisme ini berbeda dari pengulangan konvensional karena siswa tidak hanya mengulang servis, tetapi juga memperoleh acuan visual performa yang dapat digunakan untuk memperbaiki percobaan berikutnya. Bukti dari umpan balik video digital dan variasi umpan balik visual juga menunjukkan bahwa kualitas dan waktu pemberian umpan balik dapat membentuk akuisisi keterampilan secara berbeda pada tiap peserta (Fauzi et al., 2026); (Leving et al., 2015); (Honda et al., 2012). Dengan demikian, temuan ini mendukung nilai praktis latihan target yang kaya umpan balik sekaligus menunjukkan perlunya spesifikasi yang lebih rinci mengenai bentuk, waktu, dan frekuensi umpan balik pada penelitian berikutnya.

Temuan penelitian juga dapat dipahami dari perspektif desain keterlibatan dalam pendidikan jasmani. Gamifikasi target digital menggabungkan pengulangan teknik dengan elemen permainan seperti target, skor, tantangan, dan kemajuan yang terlihat; elemen-elemen ini dapat mengurangi monotoninya latihan teknik dan membuat tugas latihan lebih bermakna bagi siswa. Studi pendidikan jasmani berbasis gamifikasi dan teknologi menunjukkan bahwa pendekatan semacam ini dapat meningkatkan keterlibatan, kepuasan, persepsi usaha, dan partisipasi aktif ketika dirancang selaras dengan tujuan pembelajaran, bukan sekadar sebagai hiburan (Fernández-Vázquez et al., 2024); (Feng et al., 2023); (Martín-Rodríguez & Madrigal-Cerezo, 2025). Kesamaan tersebut membantu menjelaskan mengapa seluruh siswa dalam penelitian ini menunjukkan gain positif. Pada saat yang sama, penelitian ini berbeda dari studi yang menggunakan unit pendidikan jasmani yang lebih luas, wearable technology, smart-campus system, atau intervensi berbasis permainan multi-sesi karena penelitian ini memusatkan perhatian pada satu hasil teknis yang spesifik, yaitu ketepatan servis forehand (Zhao & Su, 2026); (Hu & Li, 2024); (Yuan et al., 2024). Perbedaan ruang lingkup ini penting karena target teknis yang sempit membuat intervensi lebih mudah diukur, tetapi dapat membatasi generalisasi temuan ke keterampilan tenis meja lainnya. Implikasi praktisnya adalah guru PJOK atau pembina ekstrakurikuler dapat menggunakan gamifikasi target digital sebagai variasi latihan yang terfokus, sedangkan implikasi metodologisnya adalah perlunya pengujian pada teknik backhand, push, block, atau smash.

Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasil penelitian. Pertama, desain one group pretest-posttest belum dapat sepenuhnya menyingkirkan penjelasan alternatif, seperti efek pengulangan tes, meningkatnya familiaritas siswa terhadap instrumen, atau peningkatan alami karena latihan. Kedua, sampel hanya

melibatkan 23 siswa ekstrakurikuler dari satu SMA, sehingga temuan belum dapat digeneralisasi ke seluruh siswa, atlet, atau populasi tenis meja kompetitif tanpa bukti tambahan. Ketiga, distribusi gain score yang tidak normal menunjukkan bahwa besar peningkatan tidak merata, meskipun seluruh siswa mengalami peningkatan. Keempat, dokumen sumber belum menyediakan informasi rinci tentang durasi perlakuan, jumlah pertemuan, spesifikasi perangkat digital, aturan umpan balik, serta nilai validitas dan reliabilitas khusus untuk tes ketepatan servis forehand yang digunakan dalam penelitian ini. Keterbatasan tersebut penting karena studi intervensi dengan kontrol yang lebih kuat, durasi lebih panjang, dan mekanika gamifikasi yang jelas memberikan dasar yang lebih kuat untuk interpretasi kausal (Cenizo-Benjumea et al., 2022); (Morales et al., 2024); (Nugraha et al., 2024). Meskipun demikian, penelitian ini memberi kontribusi empiris dengan menunjukkan bahwa pendekatan gamifikasi berbasis target dapat dioperasionalkan dalam konteks olahraga ekstrakurikuler sekolah. Temuan ini juga mendukung argumentasi yang lebih luas bahwa pedagogi berbasis permainan dan gamifikasi dapat menghubungkan motivasi, keterlibatan motorik, dan latihan keterampilan selama desain perlakuan tetap terikat pada hasil belajar yang terukur (Parra-González et al., 2020); (Jia, 2021); (Latino et al., 2025); (Nugraha et al., 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa gamifikasi target digital berkaitan dengan peningkatan yang signifikan pada ketepatan servis forehand tenis meja siswa ekstrakurikuler SMA. Performa siswa setelah perlakuan secara konsisten lebih tinggi daripada performa awal, dan hasil analisis inferensial mendukung hipotesis bahwa penerapan gamifikasi target digital berpengaruh positif terhadap ketepatan servis forehand. Temuan ini menunjukkan bahwa format latihan yang memadukan orientasi target yang jelas, sistem skor, tantangan, dan isyarat performa langsung dapat membantu siswa berlatih secara lebih terarah, terukur, dan fokus pada pencapaian keterampilan servis tenis meja.

Makna utama temuan ini terletak pada kontribusinya terhadap pengembangan strategi pedagogis berbasis teknologi dan unsur permainan dalam pendidikan jasmani serta kegiatan ekstrakurikuler olahraga. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat pandangan bahwa latihan berbasis target yang terstruktur dapat mendukung peningkatan keterampilan motorik ketika peserta memperoleh informasi konkret mengenai hasil tugas gerak yang dilakukan. Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa guru pendidikan jasmani dan pembina ekstrakurikuler dapat menggunakan gamifikasi target digital sebagai alternatif model latihan untuk membuat pembelajaran servis forehand lebih menarik, berorientasi tujuan, dan berbasis performa. Secara metodologis, penelitian ini juga menunjukkan bahwa desain one group pretest-posttest dapat memberikan bukti awal mengenai efektivitas perlakuan apabila kemampuan awal dan kemampuan akhir diukur secara sistematis.

Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Penelitian ini melibatkan sampel kecil dari satu sekolah dan tidak menggunakan kelompok kontrol, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati. Selain itu, variasi gain score individual menunjukkan bahwa siswa tidak merespons perlakuan dengan tingkat peningkatan yang sama. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam, menggunakan kelompok pembanding atau kontrol, menerapkan durasi intervensi yang lebih panjang, menguji retensi keterampilan, serta

mempertimbangkan analisis robust atau non-parametrik apabila asumsi gain score tidak sepenuhnya terpenuhi.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan studi ini dengan menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat, seperti desain eksperimen semu atau eksperimen murni yang melibatkan kelompok kontrol. Penggunaan kelompok kontrol diperlukan agar efektivitas gamifikasi target digital dapat dibandingkan secara lebih objektif dengan latihan konvensional atau model latihan servis lainnya. Selain itu, jumlah sampel perlu diperbesar dan melibatkan lebih dari satu sekolah agar hasil penelitian memiliki cakupan yang lebih luas dan tidak hanya merepresentasikan kondisi siswa ekstrakurikuler tenis meja di satu satuan pendidikan. Penelitian mendatang juga dapat memperpanjang durasi perlakuan, menambah jumlah sesi latihan, serta mengukur retensi keterampilan setelah intervensi selesai untuk mengetahui apakah peningkatan ketepatan servis forehand dapat bertahan dalam jangka waktu tertentu.

Beberapa hambatan yang dapat memengaruhi hasil penelitian perlu diperhatikan dalam pengembangan studi berikutnya. Hambatan tersebut meliputi keterbatasan jumlah peserta, tidak adanya kelompok pembanding, perbedaan kemampuan awal siswa, konsistensi kehadiran selama latihan, serta belum rincinya informasi mengenai perangkat target digital, sistem skor, durasi perlakuan, dan bentuk umpan balik yang diberikan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu menjelaskan prosedur gamifikasi target digital secara lebih operasional agar dapat direplikasi oleh peneliti lain. Pengembangan penelitian juga dapat diarahkan pada teknik tenis meja lainnya, seperti servis backhand, forehand drive, backhand drive, push, block, atau smash, sehingga efektivitas gamifikasi target digital dapat diuji pada keterampilan tenis meja yang lebih beragam. Dengan demikian, penelitian lanjutan diharapkan dapat memberikan bukti empiris yang lebih kuat mengenai penggunaan gamifikasi target digital dalam pembelajaran dan latihan keterampilan olahraga sekolah.

REFERENSI

- Ardiyanto, M. A., Hidayatullah, M. F., & Sabarini, S. S. (2021). The effect of imagery training and concentration on forehand serve accuracy of the junior table tennis athletes. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 4(1), 500–509. <https://doi.org/10.33258/birle.v4i1.1679>
- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Ramos-Álvarez, O., & Navarro-Patón, R. (2022). Gamification in physical education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/educsci12080540>
- Çakır, T., Koldoshev, M. K., Asghar, S., Rajput, A., & Ahmed, S. M. (2025). Evaluating the effectiveness of gamification in physical education: Enhancing engagement through play and movement. *Retos*, 64, 925–935. <https://doi.org/10.47197/retos.v64.112788>
- Carcelén-Fraile, M. C., & Aibar-Almazán, A. (2026). Gamification applied to physical education teaching: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Serious Games*, 13(3), 61–91. <https://doi.org/10.17083/ettqcm60>

- Cenizo-Benjumea, J. M., Vázquez-Ramos, F. J., Ferreras-Mencía, S., & Gálvez-González, J. (2022). Effect of a gamified program on physical fitness and motor coordination. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(52), 155–177. <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i52.1786>
- Dartini, N. P. D. S., Artanayasa, I. W., Dantes, K. R., Divayana, D. G. H., Sudiana, I. K., & Yoda, I. K. (2026). Effectiveness and challenges of gamification in physical education: A systematic review. *Physical Education Theory and Methodology*, 26(2), 263–271. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2026.2.04>
- Ding, C., Soh, K. G., Sun, H., Roslan, S., Cao, S., & Zhao, Y. (2024). Does mental fatigue affect performance in racket sports? A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00963-w>
- Du, H., Xie, X., & Sun, W. (2026). Design and experimental verification of a multimodal perception system for an intelligent sports training platform in entertainment contexts. *Entertainment Computing*, 58, 101150. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2026.101150>
- Ezeddine, G., Souissi, N., Abaidia, R., Masmoudi, L., Trabelsi, K., Ammar, A., Jahrami, H., Husain, W., Tannoubi, A., Kurnaz, M., Altınkök, M., & Mrayah, M. (2025). Game-based physical education: A pathway to increased student motivation and greater learning outcomes. *Frontiers in Education*, 10, Article 1531651. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1531651>
- Fauzi, R. A., Suherman, A., Saptani, E., Tingsabhat, S., & Heryanto, M. (2026). The effect of digital video feedback on roundoff learning outcomes in gymnastics learning. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1771596>
- Feng, Z., Lau, N., Zhu, M., Liu, M., Refati, R., Huang, X., & Lee, K.-P. (2023). Behavioural design of gamification elements and exploration of player types in youth basketball training. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00278-2>
- Fernandez-Rio, J., Torres-Cladera, G., Comerma-Torras, E., & Flores-Aguilar, G. (2025). Gamification in physical education teacher education: Effects on psychological health and personal well-being from a motivational perspective. *Sport in Society*, 28(11), 1698–1715. <https://doi.org/10.1080/17430437.2025.2510947>
- Fernández-Vázquez, D., Navarro-López, V., Cano-de-la-Cuerda, R., Palacios-Ceña, D., Espada, M., Bores-García, D., Delfa-de-la-Morena, J. M., & Romero-Parra, N. (2024). Influence of virtual reality and gamification combined with practice teaching style in physical education on motor skills and students' perceived effort: A mixed-method intervention study. *Sustainability*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/su16041584>
- Ferraz, R., Ribeiro, D., Alves, A. R., Teixeira, J. E., Forte, P., & Branquinho, L. (2024). Using gamification in teaching physical education: A survey review. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 20(1), 31–44. <https://doi.org/10.26773/mjssm.240304>

- Gea-García, G. M., & Martínez López, E. L. (2025). Motivational climate, satisfaction, and intrinsic motivation in university students after the application of a gamified intervention using traditional sports games. *Physical Culture and Sport. Studies and Research*, 108(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/pcssr-2025-0008>
- Honda, T., Hirashima, M., & Nozaki, D. (2012). Adaptation to visual feedback delay influences visuomotor learning. *PLoS ONE*, 7(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037900>
- Hu, X., & Li, J. (2024). Research on the integrated solution of physical education based on smart campus. *Advances in Physiology Education*, 48(2), 378–384. <https://doi.org/10.1152/advan.00006.2024>
- Jia, Z.-R. (2021). Effects of teaching games for understanding integrated sport education model on college students' football cognitive performance and motor skills. *Revista de Cercetare si Interventie Sociala*, 72, 274–287. <https://doi.org/10.33788/rcis.72.17>
- Kuroda, Y., Ishihara, T., & Mizuno, M. (2023). Association between perceived exertion and executive functions with serve accuracy among male university tennis players: A pilot study. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1007928>
- Latino, F., Tafuri, F., Maisuradze, M., & Tafuri, M. G. (2025). Complex motor schemes and executive functions: A school-based dual-challenge intervention to enhance cognitive performance and academic success in early adolescence. *Journal of Intelligence*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/jintelligence13110151>
- Leving, M. T., Vegter, R. J. K., Hartog, J., Lamoth, C. J. C., De Groot, S., & Van Der Woude, L. H. V. (2015). Effects of visual feedback-induced variability on motor learning of handrim wheelchair propulsion. *PLoS ONE*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127311>
- Ma, W., Chen, J., Yi, Q., Zhang, S., Xing, W., Ren, H., & Li, R. (2025). A study on the effects of different self-controlled feedback methods on the learning of table tennis serving skills. *European Journal of Sport Science*, 25, e12324. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12324>
- Martín-Rodríguez, A., & Madrigal-Cerezo, R. (2025). Technology-enhanced pedagogy in physical education: Bridging engagement, learning, and lifelong activity. *Education Sciences*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/educsci15040409>
- Montiel-Ruiz, F. J., & Calderón, A. (2025). The influence of gamification on the type of student motivation in physical education. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 20(65). <https://doi.org/10.12800/ccd.v20i65.2330>
- Morales, F., Sobarzo, C., Almonacid, J. H., & Herrera, J. P. (2024). Effects of a gamification proposal in the physical education class on motor development in 3rd and 4th grade students at a private school in Valparaíso – Chile. *Environment and Social Psychology*, 9(2). <https://doi.org/10.54517/esp.v9i2.1952>

- Musa, A., Saleh, M. S., & Fahrizal (2026). Target training to the goal on shooting accuracy in futsal for high school students. *Indonesian Journal of Research and Educational Review*, 5(3), 1571–1580. <https://doi.org/10.51574/ijrer.v5i3.4718>
- Nugraha, U., Ilham, I., & Ali, M. (2024). Improved fitness and VO2Max: Implementation of traditional “Massallo” games. *Retos*, 56, 699–706. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.104868>
- Parra-González, M. E., Segura-Robles, A., & Gómez-Barajas, E. R. (2020). Assessing gamified experiences in physical education teachers and students. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 2020(13), 166–176. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4595>
- Patton, J. L., Wei, Y. J., Bajaj, P., & Scheidt, R. A. (2013). Visuomotor learning enhanced by augmenting instantaneous trajectory error feedback during reaching. *PLoS ONE*, 8(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046466>
- Postma, D., van Delden, R., van Hilvoorde, I., Walinga, W., Koekoek, J., Reidsma, D., van Beijnum, B.-J., & Salim, F. A. (2019). Towards smart sports exercises: First designs. In *CHI PLAY EA '19: Works-in-Progress at the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 619–630). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3341215.3356306>
- Potdevin, F., Vors, O., Huchez, A., Lamour, M., Davids, K., & Schnitzler, C. (2018). How can video feedback be used in physical education to support novice learning in gymnastics? Effects on motor learning, self-assessment and motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(6), 559–574. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1485138>
- Wahyuniati, C. F. S., Marsudi, I., Rusdiawan, A., Dafun, P. B., Kumaat, N. A., Yudhistira, D., & Fathir, L. W. (2025). Gamification in physical education: Improving rhythmic gymnastics skills and student engagement through coaching games. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 29(2), 131–141. <https://doi.org/10.15561/26649837.2025.0207>
- Wibowo, C. (2024). Enhancing self-esteem, satisfaction, and motor skills through gamification in elementary physical education. *Physical Education Theory and Methodology*, 24(3), 368–374. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2024.3.03>
- Widodo, H., Tomoliyus, & Alim, A. (2024). Battery test innovation for table tennis skills: Content validity. *Journal of Human Sport and Exercise*, 19(2), 451–460. <https://doi.org/10.55860/m24w9527>
- Yamamoto, R., Akizuki, K., Yamaguchi, K., Yabuki, J., & Kaneno, T. (2022). A study on how concurrent visual feedback affects motor learning of adjustability of grasping force in younger and older adults. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14975-4>
- Yuan, W., Samsudin, S., Abdullah, B., Farizan, N. H., Hassan, M. Z., & Ji, C. (2024). The review of gamification learning methods on PE teaching in primary school through adaptive perspective. *Journal of Ecohumanism*, 3(7), 200–213. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4192>

Zhao, Z., & Su, Y. (2026). Wearable technologies in school physical education: A systematic review of pedagogical implications. *Physical Education Theory and Methodology*, 26(1), 79–89. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2026.1.07>