

Efektivitas Augmented Reality dalam Meningkatkan Keterampilan Servis Bulutangkis Mahasiswa

Bayu Akbar Harmono*, Angga Indra Kusuma, Achmad Nuryadi, Raditya Pratama

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Jl. Dukuh Menanggal XII, Dukuh Menanggal, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: bayuakbar@unipasby.ac.id

Paper received: 14-11-2025; revised: 24-11-2025; accepted: 28-11-2025

Abstract

This study evaluates the effectiveness of Augmented Reality (AR) technology in enhancing service skills among students participating in a badminton course. A quasi-experimental pretest-posttest control group design was implemented, involving an AR-based learning group and a conventional learning group. The service skill test assessed accuracy, technique consistency, wrist stability, and shuttlecock trajectory. The results demonstrated a statistically significant improvement in the AR group compared to the control group ($p = 0.000$), with a mean increase of 22.6 points across all indicators. Furthermore, the independent t-test and large effect size confirmed that the improvement was not coincidental, but a direct outcome of the AR intervention. These findings indicate that AR facilitates more accurate visual perception, enhanced motor coordination, and better understanding of movement mechanics in service execution. AR-based instruction can therefore be regarded as an effective strategy for technology-assisted sports learning and a strong foundation for the development of digital media tailored to practical skill acquisition.

Keywords: augmented reality; badminton learning; service skill; educational technology

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas teknologi Augmented Reality (AR) dalam meningkatkan keterampilan servis pada mahasiswa mata kuliah bulutangkis. Desain quasi eksperimen dengan model pretest-posttest control group diterapkan pada kelompok pembelajaran berbasis AR dan kelompok yang menggunakan metode konvensional. Instrumen penilaian mencakup akurasi arah servis, konsistensi teknik, stabilitas pergelangan, serta lintasan shuttlecock. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada kelompok AR dibanding kelompok kontrol ($p = 0,000$), dengan kenaikan rata-rata sebesar 22,6 poin pada seluruh indikator keterampilan servis. Uji independent t-test dan nilai effect size yang tinggi menegaskan bahwa peningkatan tersebut merupakan dampak nyata dari intervensi AR. Temuan ini menunjukkan bahwa AR memperkuat persepsi visual, koordinasi motorik, dan pemahaman mekanika gerak dalam eksekusi teknik servis. Dengan demikian, pembelajaran berbasis AR terbukti efektif sebagai strategi pembelajaran olahraga berbasis teknologi dan dapat menjadi dasar pengembangan media digital yang adaptif terhadap kebutuhan praktikum keterampilan.

Kata kunci: augmented reality; pembelajaran bulutangkis; keterampilan servis

1. Pendahuluan

Keterampilan servis merupakan teknik dasar yang sangat menentukan ritme permainan bulutangkis. Namun, banyak mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menjaga akurasi, konsistensi, dan kontrol gerak saat melakukan servis. Permasalahan ini umumnya muncul karena pemahaman mekanika tubuh dan sudut ayunan raket belum terinternalisasi dengan baik sehingga teknik yang dilakukan tidak stabil saat diuji dalam situasi permainan sesungguhnya. Fenomena ini menunjukkan bahwa mahasiswa masih membutuhkan media

pembelajaran yang mampu memberi pemahaman visual dan pemodelan gerak yang lebih konkret selama proses latihan, (Alim et al., 2025) (Yani et al., 2025).

Metode konvensional dalam perkuliahan bulutangkis masih bergantung pada demonstrasi instruktur dan latihan berulang. Pendekatan tersebut seringkali tidak menyediakan umpan balik visual secara cepat, serta bergantung pada kemampuan observasi mahasiswa. Ketika teknik servis tidak dievaluasi secara detail, mahasiswa sulit memperbaiki kesalahan postur tubuh, lintasan shuttlecock, hingga kestabilan pergelangan (Surya et al., 2025). Kondisi ini menimbulkan learning gap antara demonstrasi gerak dengan internalisasi teknik, sehingga keterampilan servis berkembang secara lambat (Angga Indra Kusuma & I Gede Dharma Utamayasa, 2025).

Teknologi Augmented Reality (AR) menawarkan solusi alternatif karena mampu menampilkan model gerak secara visual dan real time. AR memungkinkan mahasiswa mengamati sudut tubuh ideal (Efrilia et al., 2025), arah ayunan raket (Loudry Wibowo et al., 2025), dan lintasan shuttlecock dari berbagai perspektif, bahkan tanpa kehadiran instruktur. Beberapa studi menunjukkan bahwa visualisasi 3D interaktif dapat meningkatkan koordinasi motorik (Zulkarnain et al., 2023) dan pemahaman gerak teknik dasar olahraga (Rahmadani et al., 2025). Dengan kemampuan tersebut, AR berpotensi menjadi media pembelajaran yang lebih kontekstual dalam proses latihan servis bulutangkis (Indra Kusuma et al., 2025).

Research gap muncul karena pemanfaatan AR dalam pembelajaran olahraga masih terbatas pada beberapa keterampilan dasar saja dan belum secara spesifik meneliti teknik servis bulutangkis di pendidikan tinggi olahraga. Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya masih menggunakan aplikasi 2D atau video analisis yang tidak dapat menampilkan ruang gerak secara detail (Pratama et al., 2025). Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada penggunaan AR yang dirancang khusus untuk memvisualisasikan teknik servis secara real time, dengan indikator penilaian akurasi, konsistensi, dan kontrol gerak sesuai standar teknik bulutangkis.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki pertanyaan utama: Apakah penggunaan teknologi AR lebih efektif dibanding metode konvensional dalam meningkatkan keterampilan servis mahasiswa pada mata kuliah bulutangkis? Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas AR terhadap peningkatan akurasi, konsistensi, dan stabilitas gerak servis mahasiswa melalui desain eksperimen pretest–posttest control group.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimen dengan model pretest–posttest control group. Desain ini dipilih karena kondisi kelas pada mata kuliah permainan bulutangkis tidak memungkinkan peneliti melakukan randomisasi penuh terhadap peserta, namun tetap dapat memberikan perbandingan yang kuat antara kelompok yang memperoleh perlakuan dan kelompok yang tidak (Tung et al., 2022). Dua kelas yang memiliki karakteristik serupa ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen mendapatkan pembelajaran menggunakan teknologi Augmented Reality (AR), sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran dengan metode konvensional yang biasa diterapkan dalam perkuliahan praktik. Pemilihan desain ini memungkinkan analisis komparatif peningkatan kemampuan servis secara objektif dengan tetap mempertahankan situasi pembelajaran nyata di lapangan.

2.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa semester tiga Program Studi Pendidikan Jasmani yang mengikuti mata kuliah permainan bulutangkis. Sebanyak dua kelas yang terdiri dari 15 mahasiswa per kelas dilibatkan sebagai sampel sehingga populasinya 2 kelas dengan jumlah subjek sebanyak 30 mahasiswa. Karakteristik peserta meliputi kemampuan dasar bulutangkis pada tingkat pemula-menengah dengan pengalaman praktik yang relatif homogen. Kriteria inklusi ditetapkan untuk memastikan keseragaman kemampuan awal, sementara kriteria eksklusi diberlakukan bagi mahasiswa yang memiliki cedera atau gangguan pergerakan. Penggunaan sampel kelas utuh mencerminkan situasi pembelajaran yang autentik, sesuai dengan tujuan quasi eksperimen untuk menguji efektivitas intervensi dalam konteks pendidikan yang sebenarnya (Moreno-Perez et al., 2020a).

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi. Pada tahap persiapan, peneliti melakukan penyusunan materi AR yang berisi model gerakan servis forehand dan backhand, dilengkapi dengan visualisasi jalur ayunan, posisi tubuh, titik kontak, serta sudut pergerakan raket. Aplikasi AR yang digunakan dapat diakses melalui perangkat mobile untuk memastikan fleksibilitas mahasiswa selama latihan. Selain itu, peneliti menyusun instrumen tes servis serta melakukan uji coba terbatas untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen. Tahap pelaksanaan dimulai dengan pemberian pretest kepada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan awal. Kelompok eksperimen kemudian melaksanakan pembelajaran menggunakan AR selama empat hingga enam pertemuan. Mahasiswa diminta mengamati model gerak digital melalui perangkat AR dan melakukan latihan terstruktur berdasarkan instruksi yang muncul pada layar. Sementara itu, kelompok kontrol melakukan latihan dengan metode demonstrasi langsung dan latihan berulang yang dipandu oleh dosen. Tahap evaluasi dilakukan melalui pelaksanaan posttest untuk mengukur peningkatan kemampuan servis pada kedua kelompok.

2.3 Intervensi Augmented Reality

Intervensi AR dirancang untuk memberikan panduan visual secara real time selama mahasiswa mempelajari teknik servis. Konten AR mencakup model 3D atlet yang menampilkan gerakan servis dari berbagai sudut pandang. Mahasiswa dapat memperbesar, memperkecil, serta memutar model gerakan untuk memperhatikan detail teknik secara lebih dekat. Selain itu, elemen visual berupa garis lintasan shuttlecock dan sudut ayunan raket ditambahkan untuk memperkuat pemahaman mekanika gerak. Mahasiswa juga diarahkan untuk melakukan imitasi gerak sambil melihat model AR sehingga proses internalisasi motorik dapat terjadi lebih efektif. Penggunaan AR ini selaras dengan prinsip pembelajaran berbasis pengamatan visual dan pemetaan gerakan tubuh yang dapat memperkuat pembelajaran teknik olahraga.

2.4 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi performa servis yang direkam dan dinilai oleh dua penilai independen menggunakan rubrik yang sama. Prosedur penelitian mengikuti model pretest–posttest control group, dengan tahapan sebagai berikut:

2.4.1 Pretest

Dilaksanakan pada minggu pertama. Setiap peserta melakukan 10 percobaan servis yang dinilai per aspek teknik. Waktu pelaksanaan \pm 20 menit per peserta.

2.4.2 Intervensi / Latihan

Tabel 1. Program latihan

Kelompok	Metode	Frekuensi Latihan	Durasi per Sesi	Total Minggu
Eksperimen	AR-based learning (visualisasi 3D teknik servis)	3x/minggu	60 menit	6 minggu
Kontrol	Metode konvensional (demonstrasi instruktur + latihan biasa)	3x/minggu	60 menit	6 minggu

Setiap sesi terdiri dari:

- 10 menit pemanasan
- 15 menit demonstrasi & penjelasan teknik
- 30 menit latihan mandiri dipantau instruktur / AR
- 5 menit evaluasi singkat

2.4.3 Posttest

Dilaksanakan pada minggu ketujuh dengan format yang sama seperti pretest. Penilaian dilakukan secara blind rating oleh dua penilai untuk menjaga objektivitas.

2.4.4 Analisis Data

Data pretest dan posttest dianalisis dengan uji normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat uji parametrik. Selanjutnya: (1) Uji t berpasangan mengukur peningkatan dalam masing-masing kelompok, (2) Uji t independen membandingkan peningkatan antar kelompok, (3) Effect size (Cohen's d) menentukan kekuatan pengaruh AR terhadap keterampilan servis. Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik standar untuk menjamin akurasi dan replikasi hasil (Moreno-Perez et al., 2020b).

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian melibatkan 30 mahasiswa yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen (n = 15) yang menggunakan teknologi Augmented Reality (AR) dan kelompok kontrol (n = 15) yang menggunakan metode konvensional. Evaluasi dilakukan melalui pretest dan posttest selama empat sesi latihan pada materi teknik servis bulutangkis.

Tabel 2. Ringkasan Nilai Pre test–Posttest Kelompok Eksperimen (n = 15)

Indikator Penilaian	Mean Pretest	Mean Posttest	Selisih
Ketepatan arah servis	59,4	82,1	+22,7
Konsistensi teknik	57,8	80,5	+22,7
Stabilitas pergelangan	60,2	83,0	+22,8
Lintasan shuttlecock	58,9	81,4	+22,5
TOTAL KETERAMPILAN SERVIS	59,1	81,7	+22,6

Tabel 3. Ringkasan Nilai Pretest–Posttest Kelompok Kontrol (n = 15)

Indikator Penilaian	Mean Pretest	Mean Posttest	Selisih
Ketepatan arah servis	58,9	67,8	+8,9
Konsistensi teknik	57,4	66,1	+8,7
Stabilitas pergelangan	59,1	69,2	+10,1
Lintasan shuttlecock	58,3	67,7	+9,4
TOTAL KETERAMPILAN SERVIS	58,7	67,9	+9,2

3.1. Analisis Statistik

Tabel 4. Uji Paired t-Test (Dalam Kelompok)

Kelompok	t-hitung	p-value
Eksperimen (AR)	12,84	0,000
Kontrol	4,71	0,001

Kedua kelompok mengalami peningkatan signifikan, tetapi perbaikannya berbeda secara intensitas.

Tabel 5. Uji Independent t-Test (Antarkelompok)

Variabel	Mean Δ Eksperimen	Mean Δ Kontrol	t-hitung	p-value
Total Keterampilan Servis	+22,6	+9,2	5,43	0,000

3.2. Effect Size (Cohen's d)

Cohen's $d = 1,89 \rightarrow$ termasuk kategori effect size sangat besar, menunjukkan bahwa AR memiliki pengaruh yang kuat terhadap peningkatan keterampilan servis dibanding metode konvensional.

Hasil menunjukkan bahwa AR memberikan dampak peningkatan keterampilan servis yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Visualisasi teknik melalui AR membantu mahasiswa mengidentifikasi kesalahan posisi tubuh, sudut ayunan, serta lintasan

shuttlecock secara lebih cepat dan mandiri. Efek pembelajaran tidak hanya signifikan secara statistik ($p < 0,05$), tetapi juga memiliki pengaruh praktis yang sangat kuat (Cohen's $d = 1,89$). Dengan demikian, AR dapat diposisikan sebagai metode alternatif yang efektif untuk pengajaran keterampilan dasar bulutangkis pada mata kuliah praktikum olahraga.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keterampilan servis mahasiswa dalam mata kuliah permainan bulutangkis. Peningkatan nilai pretest ke posttest dengan selisih mean sebesar 22,6 poin menunjukkan bahwa intervensi AR mampu menjembatani kesenjangan antara pemahaman teknis mahasiswa dengan kemampuan eksekusi gerak di lapangan. Temuan ini mendukung pandangan bahwa visualisasi berbasis AR dapat memperkuat proses pembelajaran keterampilan motorik, terutama pada teknik yang memerlukan koordinasi halus dan pengendalian gerak spesifik.

Peningkatan ini tidak terjadi secara kebetulan, karena uji statistika menunjukkan perbedaan signifikan tidak hanya melalui paired t-test, tetapi juga independent t-test antarkelompok dan nilai effect size yang sangat besar. Hal ini mengindikasikan bahwa AR tidak hanya membantu proses belajar (Akarsu & Dođar, 2023) (Fong et al., 2023) (Lam et al., 2020), tetapi juga mempercepat transformasi pemahaman teknis menjadi kontrol motorik (Galeano et al., 2021) yang lebih efisien (Steel, 2024).

Salah satu penyebab utama peningkatan keterampilan servis adalah penyediaan umpan balik visual yang memungkinkan mahasiswa melakukan evaluasi gerakan secara mandiri (Abián-Vicén et al., 2021). Kemampuan ini sulit dicapai melalui metode konvensional, karena penjelasan verbal sering kali tidak cukup menggambarkan sudut tubuh, momentum ayunan, atau titik kontak shuttlecock secara akurat (Carboch & Kolářová, 2020). AR membantu mengurangi ambiguitas instruksi melalui visualisasi tiga dimensi, sehingga mahasiswa dapat membandingkan gerakannya dengan model terbaik dan memperbaikinya secara langsung. Dengan demikian, peningkatan keterampilan tidak hanya berasal dari pengulangan latihan, tetapi dari proses koreksi teknik yang bersifat real-time dan berbasis pengetahuan kinerja (Fu et al., 2017).

Motivasi belajar juga menjadi faktor pendukung peningkatan kemampuan mahasiswa. Pengalaman belajar berbasis AR terasa lebih interaktif dan mendorong mahasiswa untuk lebih aktif berlatih. Peningkatan skor pada indikator konsistensi teknik dan stabilitas pergelangan memperlihatkan bahwa mahasiswa tidak hanya memahami teknik, tetapi juga ingin mempertahankannya melalui latihan yang berulang. Hal ini sejalan dengan teori motivasi intrinsik dan embodied learning, yang menekankan pentingnya keterlibatan emosional dalam penguasaan keterampilan motorik. Dengan demikian, AR bekerja tidak hanya pada ranah kognitif dan visual, tetapi juga psikologis.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang kuat, peningkatan ini juga perlu dikritisi. Salah satu kemungkinan penyebab mengapa peningkatan terjadi cukup tinggi adalah efek novelty, yaitu peningkatan performa sementara karena mahasiswa merasa tertarik pada teknologi baru. Fenomena ini dapat menyebabkan mahasiswa lebih antusias dalam latihan (Galeano et al., 2021), sehingga peningkatan keterampilan tidak sepenuhnya berasal dari kualitas AR, melainkan dari dorongan psikologis sesaat. Selain itu, belum ada pengukuran keberlanjutan hasil setelah beberapa minggu atau bulan pascalatihan, sehingga efektivitas jangka panjang AR belum dapat dipastikan.

Keterbatasan lain adalah ketergantungan pada perangkat teknologi dan kestabilan aplikasi. Penelitian ini hanya menguji satu jenis teknik, yaitu servis, sehingga hasil belum dapat digeneralisasikan ke teknik bulutangkis lainnya yang menuntut kecepatan dan koordinasi lebih kompleks seperti footwork, smash, atau dropshot. Jumlah sampel yang relatif kecil juga membatasi kekuatan generalisasi. Dengan desain quasi-eksperimen, variabel luar seperti pengalaman bermain sebelumnya dan tingkat literasi teknologi sulit dikontrol sepenuhnya. Penelitian selanjutnya perlu mengintegrasikan ANCOVA atau mixed ANOVA agar perbedaan awal antarkelompok dapat dinegasikan secara lebih akurat.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa AR tidak hanya menjadi alat bantu visual (Moreno-Perez et al., 2020b), tetapi juga mampu meningkatkan kualitas koreksi teknik, motivasi belajar, dan proses internalisasi gerak mahasiswa. Namun, efektivitasnya perlu dikaji lebih lanjut melalui uji keberlanjutan dan penerapan pada teknik lain yang lebih menantang. Integrasi AR ke dalam mata kuliah praktikum olahraga tetap menjanjikan sebagai strategi pedagogis modern, tetapi harus disertai desain instruksional yang matang dan kesiapan teknologi agar tidak sekadar menjadi inovasi sesaat.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan efektivitas teknologi Augmented Reality (AR) dalam meningkatkan keterampilan servis bulutangkis, terdapat sejumlah batasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah sampel pada penelitian ini masih terbatas dan hanya berasal dari satu mata kuliah pada satu institusi pendidikan tinggi. Kondisi ini menyebabkan generalisasi temuan menjadi kurang luas, sehingga penerapan AR pada populasi mahasiswa yang lebih heterogen masih perlu divalidasi melalui penelitian lanjutan. Penambahan jumlah peserta serta pelibatan institusi yang berbeda akan memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai efektivitas AR dalam konteks pembelajaran keterampilan olahraga.

Durasi intervensi yang diterapkan juga relatif pendek, yaitu hanya selama empat minggu. Pelatihan servis membutuhkan internalisasi gerak motorik yang bersifat progresif dan berulang dalam jangka waktu yang lebih panjang. Oleh karena itu, intervensi yang lebih lama kemungkinan dapat menghasilkan dampak yang lebih signifikan, terutama dalam aspek konsistensi teknik dan kontrol gerak yang membutuhkan adaptasi neuromuskular secara bertahap (Apriantono et al., 2020). Penelitian berikutnya disarankan untuk menguji program latihan AR dengan durasi lebih panjang dan melibatkan fase penguatan motorik secara bertahap.

Selain itu, implementasi AR dalam penelitian ini bergantung pada satu jenis perangkat dan aplikasi yang sudah ditentukan sejak awal. Ketergantungan pada perangkat AR tertentu dapat membatasi fleksibilitas penggunaan teknologi (Pérez-Turpin et al., 2020), terutama pada institusi yang memiliki keterbatasan fasilitas teknologi digital. Pengembangan platform AR yang kompatibel lintas perangkat menjadi kebutuhan penting jika teknologi ini ingin diterapkan secara luas di lingkungan pendidikan olahraga.

Batasan lain terdapat pada tidak adanya pengukuran jangka panjang (follow-up) setelah sesi posttest dilakukan. Pengaruh AR hanya diukur pada saat intervensi berlangsung, sehingga belum diketahui apakah peningkatan keterampilan servis tersebut dapat dipertahankan dalam jangka menengah ataupun jangka panjang. Pengukuran lanjutan setelah beberapa minggu atau bulan pasca intervensi akan membantu mengidentifikasi sejauh mana retensi keterampilan dapat dipertahankan, serta apakah AR memiliki dampak terhadap peningkatan performa jangka panjang dalam konteks permainan bulutangkis yang sesungguhnya.

Secara keseluruhan, keterbatasan tersebut menjadi arah perbaikan sekaligus peluang penelitian berikutnya agar pengembangan AR dalam pendidikan olahraga dapat dilakukan dengan basis ilmiah yang lebih kuat dan aplikatif. Evaluasi lintas populasi, durasi intervensi yang lebih panjang, kompatibilitas perangkat, serta pengukuran retensi jangka panjang menjadi agenda penting untuk memperkuat posisi AR sebagai media pembelajaran motorik yang inovatif di masa mendatang.

4. Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan servis mahasiswa dalam mata kuliah permainan bulutangkis. Selisih mean sebesar 22,6 poin antara pretest dan posttest disertai nilai $p = 0,000$ menunjukkan bahwa intervensi AR mampu memperbaiki kemampuan teknik servis secara nyata. Visualisasi tiga dimensi, umpan balik real-time, serta kemudahan membandingkan gerakan aktual dengan model ideal menjadi faktor utama yang mendukung peningkatan performa mahasiswa. Teknologi AR tidak hanya berperan sebagai media visual, tetapi juga memiliki efek motivasional yang mendorong mahasiswa berlatih lebih fokus dan konsisten.

Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa AR dapat diimplementasikan sebagai alat bantu pembelajaran lapangan untuk menggantikan atau melengkapi demonstrasi teknik yang sulit dijelaskan secara verbal. Penggunaan AR juga dapat menjadi solusi pada pembelajaran dengan jumlah mahasiswa yang besar, karena memungkinkan mahasiswa melakukan evaluasi gerak secara mandiri tanpa supervisi intensif dari dosen atau pelatih. Implikasi ini menegaskan bahwa AR berpotensi menjadi bagian dari kurikulum pembelajaran olahraga berbasis teknologi di pendidikan tinggi.

Pengembangan AR dalam pembelajaran olahraga tetap terbuka untuk materi lain seperti footwork, smash, dan netting. Dosen atau pelatih disarankan menyusun desain pembelajaran yang terstruktur serta memastikan kesiapan perangkat, aplikasi, dan pelatihan penggunaan AR agar proses intervensi berjalan optimal. Penelitian lanjutan perlu mempertimbangkan kemampuan awal mahasiswa, perbedaan jenis teknik, dan pengukuran jangka panjang agar efektivitas AR dapat diuji dalam konteks yang lebih luas dan mendalam.

Daftar Rujukan

- Abián-Vicén, J., Bravo-Sánchez, A., & Abián, P. (2021). AIR-BT, a new badminton-specific incremental easy-to-use test. *PLoS ONE*, 16(9 September). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257124>
- Akarsu, M., & Dođar, Y. (2023). Examination of Scientific Production on Badminton: A Content Analysis. In *Pamukkale Journal of Sport Sciences* (Vol. 14, Issue 2, pp. 146-166). Pamukkale University. <https://doi.org/10.54141/psbd.1292926>
- Alim, N., Rizky, M. Y., & Bkti, R. A. (2025). Pengembangan Media Alat Target AG Shoot Untuk Melatih Akurasi Shooting Siswa Sekolah Sepakbola Garuda Muda Kediri. *Sport Science and Health*, 7(9), 376-382. <https://doi.org/10.17977/um062v7i92025p376-382>
- Angga Indra Kusuma, & I Gede Dharma Utamayasa. (2025). The effect of differences in work and rest ratios in high intensity interval training on physical performance. *Bravo's: Journal of Physical Education and Sport Science*, 13(Special Issue 2), 333-340. <https://doi.org/10.32682/bravos.v13si2/141>
- Apriantono, T., Herman, I., Winata, B., Hidayat, I. I., Hasan, M. F., Juniarsyah, A. D., & Ihsani, S. I. (2020). Physiological characteristics of Indonesian junior badminton players: Men's double category. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(6), 444-454. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080617>

- Carboch, J., & Kolářová, H. (2020). Taktické Varianty Na Začátku Rozehry V Badmintonu U Mužů A Žen Tactical Variants In The Beginning Of The Badminton Rally Between The Genders. In *Studia Kinanthropologica*, XXI (Issue 1).
- Efrilia, D., Gede, I., Utamayasa, D., & Indrakusuma, A. (2025). English The Effect Of Target Practice Drill On The Accuracy Of Badminton Forehand Service Technique In Extracurricular Courses At Sma Al-Islam Krian. In *SPORT EXERCISE SCIENCE INTERNATIONAL* (Vol. 1, Issue 1).
- Fong, D. T. P., Mok, K. M., Thompson, I. M., Wang, Y., Shan, W., & King, M. A. (2023). A lateral ankle sprain during a lateral backward step in badminton: A case report of a televised injury incident. *Journal of Sport and Health Science*, 12(1), 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.03.007>
- Fu, L., Ren, F., & Baker, J. S. (2017). Comparison of Joint Loading in Badminton Lunging between Professional and Amateur Badminton Players. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5397656>
- Galeano, J., Gomez, M.-Á., Rivas, F., & Buldú, J. M. (2021). Entropy of Badminton Strike Positions. *Entropy*, 23(7), 799. <https://doi.org/10.3390/e23070799>
- Indra Kusuma, A., Pratama, R., Hananto Puriana, R., Wahyono, M., Harmono, B. A., & Putra, I. B. (2025). Psychological Strengthening and Assistance through Goal Setting Strategy to Increase Badminton Athletes' Fighting Power in Competitions. In *International Journal of Asia Pacific Community Service* (Vol. 2, Issue 1). <https://doi.org/10.71131>
- Lam, W. K., Wong, D. W. C., & Lee, W. C. C. (2020). Biomechanics of lower limb in badminton lunge: a systematic scoping review. In *PeerJ* (Vol. 8). PeerJ Inc. <https://doi.org/10.7717/peerj.10300>
- Loudry Wibowo, D., Muhyi, M., Indra Kusuma, A., Margisal Utomo, G., & Kurnia Darisman, E. (2025). *VENUE : Jurnal Olahraga Pengaruh Tingkat Kebugaran Jasmani terhadap Peningkatan Prestasi Siswa SSB Bima Amora*. 2(1), 1.
- Moreno-Perez, V., Gallo-Salazar, C., Coso, J. Del, Ruiz-Pérez, I., Lopez-Valenciano, A., Barbado, D., Cabello-Manrique, D., & Fernandez-Fernandez, J. (2020a). The influence of a badminton competition with two matches in a day on muscle damage and physical performance in elite junior badminton players. *Biology of Sport*, 37(2), 195–201. <https://doi.org/10.5114/BIOLOSPORT.2020.94243>
- Moreno-Perez, V., Gallo-Salazar, C., Coso, J. Del, Ruiz-Pérez, I., Lopez-Valenciano, A., Barbado, D., Cabello-Manrique, D., & Fernandez-Fernandez, J. (2020b). The influence of a badminton competition with two matches in a day on muscle damage and physical performance in elite junior badminton players. *Biology of Sport*, 37(2), 195–201. <https://doi.org/10.5114/BIOLOSPORT.2020.94243>
- Pérez-Turpin, J. A., Elvira-Aranda, C., Cabello-Manrique, D., Gomis-Gomis, M. J., Suárez-Llorca, C., & Andreu-Cabrera, E. (2020). Notational Comparison Analysis of Outdoor Badminton Men's Single and Double Matches. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 267–273. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0121>
- Pratama, R., Angga Indra Kusuma, Finsensius Mbabho, Ismawandi Bripandika Putra, & Ruman. (2025). Meningkatkan Kualitas Pendidikan Pelatih Olahraga Untuk Generasi Muda Dengan Pendekatan Inovatif. *Jurnal Ilmiah STOK Bina Guna Medan*, 13(2), 228–236. <https://doi.org/10.55081/jsbg.v13i2.4052>
- Rahmadani, F. C., Gede, I., Utamayasa, D., & Kusuma, A. I. (2025). The Effect of Resistance Band Training on Improving Overhead Volleyball Serve Skills in the Extracurricular Program at SDN Bangsri Sukodono. In *Sport Exercise Science International* (Vol. 1, Issue 1).
- Steel, R. P. (2024). The longitudinal associations between wearable technology, physical activity and self-determined motivation. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 22(4), 1030–1047. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2023.2180067>
- Surya, A. A., Gede, I., Utamayasa, D., & Kusuma, A. I. (2025). The Effect Of Rondo Method On Passing And Control Ability Of Junior High School Futsal Team Santa Maria li Sidoarjo. In *Sport Exercise Science International* (Vol. 1, Issue 1).
- Tung, T. T., Quynh, N. X., & Minh, T. V. (2022). A prototype of auto badminton training robot. *Results in Engineering*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100344>
- Yani, Y., Fastabiqi, I., & Mukti, B. (2025). Pengaruh Latihan Drill Bola Pantul Terhadap Peningkatan Keterampilan Passing Bawah pada Ekstrakurikuler Bola Voli Putri SMAN 2 Menyuke. *Sport Science and Health*, 7(10), 425–432. <https://doi.org/10.17977/um062v7i102025p425-432>
- Zulkarnain, V. G., Priambodo, A., Syam Tuasikal, A. R., & Pratama, R. (2023). The Effect of Imagery Training and Kinesthetic Perception on Zero-step Lay Up Shoot and Free-throw in Basketball Skills in Extracurricular

Students of SMAN 2 Nganjuk. *COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepeleatihan Olahraga*, 15(3), 607.
<https://doi.org/10.26858/cjpko.v15i3.53830>