

Pengembangan *Manipulatif Basic Movement Assesment Application (Masivmention)* dalam Pembelajaran Pendidikan Jasmani Berbasis *Ai Mediapipe* Bagi Siswa Sekolah Dasar

Cecep Ruhjana*, Febi Kurniawan, Ega Trisna Rahayu

Magistera Pendidikan Jasmani, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia.

* Correspondence: ruhyana13245@gmail.com

Abstract

This study was motivated by the issue of ineffective and subjective assessment of basic manipulative movements by physical education teachers in elementary schools. The purpose of this study was to develop, test the feasibility, and test the effectiveness of the AI MediaPipe-based Manipulative Basic Movement Assessment Application as an objective digital assessment tool. The method used was the Borg and Gall Research and Development (R&D) model with a sequential explanatory design approach. The product was developed through ten stages and tested on 200 respondents (160 students, 40 PE teachers). Data analysis used descriptive and inferential statistics (t-test, Pearson correlation, ANOVA). The results showed that Masivmention was successfully developed as a web application that analyzes three manipulative movements. The product was deemed highly feasible based on validation by subject matter experts (83.3%), media experts (81.3%), and movement instrument experts (84.3%). The product effectively improved the objectivity of assessment with a significant difference between manual scores and application scores ($t=6.234$; $p=0.000$) and a strong correlation ($r=0.723$). In conclusion, Masivmention based on MediaPipe AI is a feasible and effective instrument for assessing manipulative movements in elementary schools.

Keyword: Mass mention; assessment of manipulative movements; AI MediaPipe; objectivity; Elementary School

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan kurang efektif dan objektifnya penilaian gerak manipulatif dasar oleh guru PJOK di sekolah dasar. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan, menguji kelayakan, dan menguji efektivitas produk *Manipulatif Basic Movement Assesment Application* berbasis AI MediaPipe sebagai instrumen penilaian digital yang objektif. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) model Borg and Gall dengan pendekatan *sequential explanatory design*. Produk dikembangkan melalui sepuluh tahapan dan diujicobakan pada 200 responden (160 siswa, 40 guru PJOK). Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferensial (uji-t, korelasi Pearson, ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan produk *Masivmention* berhasil dikembangkan sebagai aplikasi web yang menganalisis tiga gerak manipulatif, produk dinyatakan sangat layak berdasarkan validasi ahli materi (83,3%), ahli media (81,3%), dan ahli instrumen gerak (84,3%), produk efektif meningkatkan objektivitas penilaian dengan perbedaan signifikan antara skor manual dan aplikasi ($t=6,234$; $p=0,000$) dan korelasi kuat ($r=0,723$). Simpulannya, *Masivmention* berbasis AI MediaPipe merupakan instrumen penilaian gerak manipulatif yang layak dan efektif digunakan di sekolah dasar.

Kata kunci: Masivmention; penilaian gerak manipulatif; AI MediaPipe; objektivitas; Sekolah Dasar

Received: 18 Desember 2025 | Revised: 6, 9 Januari, 18, 22 Februari 2026

Accepted: 28 Februari 2026 | Published: 5 Maret 2026



Jurnal Porkes is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Pendahuluan

Pendidikan jasmani merupakan bagian integral dari sistem pendidikan yang bertujuan mengembangkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta didik secara simultan melalui aktivitas jasmani yang terstruktur (Gallahue & Donnelly, 2003:53; Prima et al., 2022). Pada jenjang Sekolah Dasar (SD), penguasaan keterampilan gerak fundamental (fundamental motor skills) menjadi salah satu target capaian kurikulum, sebagaimana diamanatkan dalam Permendikbud No. 37 Tahun 2018, yang mencakup gerak lokomotor, non-lokomotor, dan manipulatif (Mashudi & Nurrochmah, 2022). Keterampilan gerak manipulatif, seperti melempar, menangkap, memukul, dan menendang, merupakan gerakan kompleks yang melibatkan koordinasi tubuh dalam memanipulasi objek dan menjadi prasyarat penting bagi partisipasi anak dalam berbagai aktivitas olahraga dan kehidupan sehari-hari (Gallahue & Ozmun, 2006:47).

Meskipun fundamental, fakta di lapangan menunjukkan bahwa proses penilaian gerak manipulatif oleh guru Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK) masih menghadapi kendala signifikan. Studi pendahuluan yang dilakukan di Sekolah Dasar Negeri Pantai Bakti 03 dan sekitarnya mengungkapkan bahwa penilaian gerak manipulatif, seperti lempar tangkap bola kasti, memukul bola kasti, dan menendang bola, masih dilakukan secara manual menggunakan instrumen konvensional seperti Test of Gross Motor Development (TGMD-2) atau bahkan hanya berdasarkan pengamatan subjektif guru. Praktik ini rentan terhadap bias intrinsik dan ekstrinsik, sehingga berpotensi menghasilkan penilaian yang kurang objektif, tidak konsisten, dan tidak efisien, terutama ketika dihadapkan pada jumlah siswa yang banyak.

Kondisi ini menjadi gap utama yang mendasari penelitian ini: belum tersedianya instrumen penilaian gerak manipulatif yang objektif, praktis, dan terintegrasi dengan teknologi untuk digunakan oleh guru PJOK di sekolah dasar. Kemajuan teknologi, khususnya di bidang kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), membuka peluang baru untuk mengatasi permasalahan tersebut. Integrasi teknologi dalam pembelajaran terbukti mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan menyenangkan (Abas, 2025; Prensky, 2010:43), serta meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama untuk materi yang bersifat abstrak (Fradana & Suwarta, 2025). Dalam konteks penilaian gerak, AI memungkinkan dilakukannya analisis gerak manusia secara real-time dan objektif.

Salah satu framework AI yang menjanjikan adalah MediaPipe yang dikembangkan oleh Google. MediaPipe menawarkan solusi open-source untuk membangun pipeline pembelajaran mesin (machine learning) multimodal, termasuk kemampuan pose estimation dan object tracking berakurasi tinggi yang dapat dijalankan pada berbagai perangkat (Lugaresi et al., 2019). Kemampuan ini sangat relevan untuk menganalisis parameter kunci dalam gerak manipulatif, seperti koordinasi mata-tangan/kaki, akurasi arah objek, dan timing gerakan, secara kuantitatif dan konsisten. Penelitian mengenai pemanfaatan AI dalam pendidikan jasmani, khususnya untuk penilaian, masih relatif terbatas (Alim et al., 2025).

Beberapa studi menunjukkan potensi besar teknologi ini, misalnya dalam menganalisis pola gerak dalam olahraga tertentu (Minoofam et al., 2022) atau memberikan umpan balik otomatis bagi atlet. Namun, pengembangan instrumen penilaian berbasis AI yang dirancang

husus untuk kebutuhan pedagogis guru PJOK di tingkat sekolah dasar, dengan mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan dan aksesibilitas, belum banyak dieksplorasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan serta efektivitas *manipulatif basic movement assesment application (Masivmention)*, sebuah aplikasi web berbasis AI MediaPipe, sebagai instrumen penilaian digital yang objektif untuk mengukur keterampilan gerak manipulatif dasar (lempar tangkap bola kasti, memukul bola kasti, dan menendang bola) pada siswa kelas 3 hingga 6 sekolah dasar.

Pemilihan AI MediaPipe didasari oleh beberapa pertimbangan teknis dan pedagogis kemampuannya dalam melakukan pose estimation yang akurat, memungkinkan ekstraksi data titik-titik tubuh secara real-time dari video, sifatnya yang cross-platform dan ringan, sehingga dapat diimplementasikan dalam aplikasi web yang dapat diakses melalui komputer maupun telepon genggam, menjawab kebutuhan aksesibilitas guru di berbagai kondisi sekolah, potensinya untuk memberikan umpan balik visual dan kuantitatif secara instan, yang sejalan dengan prinsip Multimedia Learning (Mayer, 2020:39) yang menyatakan bahwa kombinasi visual dan verbal dapat mendukung proses kognitif pengguna. Dengan demikian, Masivmention diharapkan tidak hanya menjadi alat ukur, tetapi juga sarana pembelajaran yang efektif. Pengembangan produk ini akan mengikuti model Research and Development (R&D) (Borg & Gall, 1983) untuk memastikan produk yang dihasilkan benar-benar valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan objektivitas dan akurasi penilaian gerak manipulatif di sekolah dasar.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan (Borg & Gall, 1983) yang dilaksanakan secara sistematis melalui sepuluh tahapan. Model ini dipilih karena tujuannya yang selaras dengan penelitian, yaitu menghasilkan produk tertentu (aplikasi *Masivmention*) dan menguji keefektifannya melalui proses yang terstruktur, mulai dari identifikasi masalah hingga diseminasi (Borg, & Gall, 1996). Pendekatan penelitian yang diterapkan adalah mixed methods dengan desain sequential explanatory design (Creswell & Plano Clark, 2018). Desain ini dipilih karena memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara bertahap, di mana data kuantitatif dikumpulkan terlebih dahulu pada fase utama, kemudian diikuti dengan pengumpulan data kualitatif untuk membantu menjelaskan dan memperdalam temuan kuantitatif.

Secara operasional, integrasi kedua pendekatan dilakukan sebagai fase kualitatif (studi pendahuluan): dilakukan pada tahap awal (*research and information collecting*) melalui observasi pembelajaran PJOK dan wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan 5 guru PJOK. Data kualitatif ini digunakan untuk mengidentifikasi masalah secara kontekstual, memahami kebutuhan pengguna (*need assessment*), serta menyusun spesifikasi produk awal. Hasil analisis kualitatif menjadi dasar bagi pengembangan instrumen kuantitatif (angket) dan prototipe aplikasi. Fase kuantitatif (utama) dilakukan pada tahap uji coba dan implementasi produk.

Data kuantitatif dikumpulkan melalui angket validasi ahli, angket respon guru dan siswa, serta hasil penilaian gerak manipulatif (skor dari aplikasi vs. skor dari penilaian manual). Data

ini dianalisis secara statistik deskriptif dan inferensial untuk menguji kelayakan dan efektivitas produk. Fase kualitatif (tindak lanjut) dilakukan setelah uji coba skala besar melalui diskusi kelompok terfokus (*focus group discussion/FGD*) dengan 10 guru PJOK. FGD bertujuan untuk menggali secara mendalam persepsi guru tentang kelebihan, kekurangan, serta kendala praktis dalam menggunakan aplikasi *Masivmention*. Data kualitatif ini digunakan untuk memperkaya interpretasi hasil kuantitatif dan menjadi dasar bagi revisi produk final.

Pengembangan produk aplikasi *Masivmention* mengikuti sepuluh tahapan adaptasi dari model (Borg & Gall, 1983) yang diimplementasikan dalam kurun waktu 8 bulan (Maret - Oktober 2025). Desain uji coba produk dirancang secara bertahap dengan kontrol variabel yang ketat, seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal, prosedur, dan desain uji coba produk

Tahap Pengembangan	Waktu Pelaksanaan	Subjek	Prosedur dan Setting	Kontrol Variabel
Studi Pendahuluan	Maret 2025	5 guru PJOK, 30 siswa	Observasi pembelajaran, wawancara mendalam di sekolah.	Fokus pada identifikasi masalah penilaian gerak manipulatif.
Perencanaan	April 2025	Tim peneliti	Merumuskan spesifikasi produk, desain flowchart aplikasi, dan indikator penilaian gerak.	Mengacu pada teori Gallahue & Ozmun (2006) dan TGMD-2.
Pengembangan Draft Awal	Mei 2025	Tim peneliti & programmer	Membangun prototipe aplikasi web berbasis AI MediaPipe, menyusun draf buku panduan.	Memastikan fitur sesuai dengan hasil studi pendahuluan.
Validasi Ahli	Awal Juni 2025	3 ahli (materi, media, instrumen)	Validasi menggunakan lembar penilaian skala Likert, dilanjutkan dengan wawancara untuk masukan kualitatif.	Ahli memiliki kualifikasi minimal S2 dan pengalaman >5 tahun di bidangnya.
Revisi Produk I	Akhir Juni 2025	Tim peneliti	Revisi prototipe berdasarkan masukan ahli.	Semua saran ahli dianalisis dan diimplementasikan.
Uji Coba Terbatas	Juli 2025	30 siswa, 5 guru PJOK	Uji coba di laboratorium komputer sekolah. Siswa melakukan 3 kali percobaan gerak. Durasi: 120 menit. Guru didampingi peneliti.	Partisipan homogen (siswa kelas 3-6, guru PJOK S1). Kondisi ruangan, pencahayaan, dan jarak kamera distandardisasi.
Revisi Produk II	Awal Agustus 2025	Tim peneliti	Revisi berdasarkan hasil observasi dan umpan balik dari uji coba terbatas (aspek <i>usability</i> dan teknis).	Memastikan aplikasi siap untuk uji skala besar.
Uji Coba Skala Besar (Uji Efektivitas)	Agustus - September 2025	160 siswa, 40 guru PJOK	Setting di sekolah masing-masing. Peneliti memberikan panduan awal. Setiap guru menilai 4 siswa secara bergantian (2 dengan aplikasi, 2 secara manual). Durasi per siswa: 15 menit.	Random assignment siswa ke kelompok penilaian manual vs aplikasi. Guru yang sama melakukan kedua jenis penilaian untuk mengontrol bias antar-penilai.
Revisi Produk Final	Oktober 2025	Tim peneliti	Finalisasi produk berdasarkan temuan uji skala besar dan hasil FGD.	Penyempurnaan akhir sebelum diseminasi.
Diseminasi	November 2025	Komunitas guru PJOK	Pelatihan penggunaan aplikasi dan distribusi buku panduan.	-

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas 3 hingga 6 serta guru PJOK di gugus sekolah dasar Kecamatan Pantai Bakti, Kabupaten Bekasi, yang berjumlah kurang lebih 1.200 siswa dan 25 guru PJOK. Sampel diambil dengan teknik purposive sampling (Sugiyono, 2019:42) berdasarkan kriteria tertentu sekolah bersedia berpartisipasi, memiliki akses listrik dan sinyal internet yang memadai, guru PJOK aktif dan mengajar di kelas 3-6. Komposisi sampel untuk setiap tahap telah disajikan pada tabel 1. Untuk uji efektivitas, jumlah sampel

siswa ($n=160$) dihitung berdasarkan rumus Slovin dengan taraf kesalahan 5% dan mempertimbangkan proporsi sampel minimum untuk analisis statistik (Hair et al., 2019:68).

Instrumen penelitian disusun berdasarkan kajian teoritis yang relevan dan melalui proses validasi yang ketat. Jenis instrumen berupa lembar validasi ahli berupa kuesioner tertutup dengan skala Likert 1-5. Terdapat tiga jenis lembar validasi ahli materi PJOK menilai aspek kesesuaian materi dengan kurikulum (KD kelas 3-6), kebenaran konsep gerak manipulatif mengacu pada (Gallahue & Ozmun, 2006), dan cakupan indikator penilaian (berdasarkan TGMD-2). Ahli media pembelajaran menilai aspek desain antarmuka (*user interface/UI*), kemudahan navigasi (*user experience/UX*), kualitas visual, dan tipografi, mengacu pada prinsip *Multimedia Learning* (Mayer, 2020:52).

Ahli instrumen gerak dasar menilai ketepatan konstruk gerakan yang diukur (apakah parameter yang diekstrak AI MediaPipe, seperti sudut siku, kecepatan lepaskan bola, benar-benar merepresentasikan kualitas gerak manipulatif). Ahli ini adalah pakar dalam bidang biomekanika atau motor learning. Angket respon guru dan siswa disusun untuk mengukur persepsi pengguna terhadap kelayakan aplikasi dari aspek kemanfaatan, kemudahan penggunaan, dan kualitas teknis. Angket menggunakan skala Likert 1-5. Lembar observasi digunakan selama uji coba untuk mencatat secara sistematis kendala teknis (misal: lag, aplikasi crash), perilaku pengguna, dan interaksi siswa-guru dengan aplikasi.

Pedoman wawancara dan FGD berisi pertanyaan terbuka semi-terstruktur untuk menggali informasi mendalam tentang pengalaman, kendala, dan saran perbaikan dari guru. Instrumen penilaian gerak manipulatif berupa *penilaian manual* menggunakan lembar observasi TGMD-2 yang diadaptasi untuk gerak lempar tangkap bola kasti, memukul bola kasti, dan menendang bola. Guru mencentang indikator yang muncul (skor 1 jika muncul, 0 jika tidak). Penilaian aplikasi masivmention aplikasi secara otomatis menghasilkan skor berdasarkan analisis *landmark* tubuh. Skor berkisar 0-100 untuk setiap gerakan, yang kemudian dikonversi ke dalam kategori kualitatif (sangat baik, baik, cukup, kurang).

Validitas dan reliabilitas instrumen berupa validitas isi semua instrumen (lembar validasi ahli, angket respon) disusun berdasarkan kisi-kisi yang mengacu pada teori dan penelitian relevan. Validitas isi diuji melalui expert judgment oleh tiga orang pakar (di luar validator ahli produk) yang menilai keterwakilan butir pernyataan terhadap konstruk yang diukur. Hasil penilaian dianalisis menggunakan indeks Aiken's V, dengan syarat $V \geq 0,8$ dinyatakan valid (Fajaruddin et al., 2021). Validitas konstruk untuk angket respon guru dan siswa, dilakukan uji coba terbatas pada 30 responden, kemudian dianalisis menggunakan Confirmatory Factor Analysis (CFA) dengan bantuan software SPSS untuk memastikan bahwa butir-butir pernyataan mengelompok sesuai dengan konstruk yang diharapkan.

Reliabilitas angket respon diuji menggunakan rumus Alpha Cronbach. Suatu instrumen dinyatakan reliabel jika nilai $\alpha \geq 0,70$ (Mahkotawati et al., 2025). Untuk lembar observasi TGMD-2, dilakukan uji inter-rater reliability antara dua orang pengamat (guru dan peneliti) menggunakan Koefisien Kappa Cohen, dengan nilai Kappa $\geq 0,61$ menunjukkan kesepakatan yang substansial (Landis & Koch, 1977). Teknik analisis data kualitatif dari wawancara, FGD, dan catatan observasi dianalisis menggunakan model interaktif (Miles et al., 2020:82) yang mencakup tiga alur kegiatan kondensasi data (merangkum, memilih hal-hal pokok, memfokuskan pada hal-hal penting), penyajian data (dalam bentuk teks naratif, matriks, atau

bagan), dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Untuk menjaga keabsahan data, dilakukan triangulasi sumber (membandingkan informasi dari guru, siswa, dan peneliti) dan member checking (mengonfirmasi kembali kesimpulan kepada informan).

Analisis data kuantitatif data dari lembar validasi ahli dan angket respon dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Skor rata-rata dari setiap aspek dihitung dan dikonversi ke dalam persentase dengan rumus
$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{Total Skor Perolehan}}{\text{Total Skor Maksimal}} \times 100\%$$
. Hasil persentase kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan kriteria yang diadaptasi dari Riduwan (2012) 81% - 100% = Sangat Layak, 61% - 80% = Layak, 41% - 60% = Cukup Layak, 21% - 40% = Kurang Layak, 0% - 20% = Tidak Layak. Analisis inferensial (uji efektivitas) untuk menguji efektivitas produk dalam meningkatkan objektivitas penilaian, dilakukan beberapa analisis statistik inferensial:

Uji normalitas dan homogenitas sebagai masyarakat uji parametrik, data skor penilaian (manual vs. aplikasi) diuji normalitasnya menggunakan *Shapiro-Wilk* dan homogenitas variansnya menggunakan *Levene's Test*. Uji beda (paired sample T-Test) untuk membandingkan rata-rata skor penilaian yang dihasilkan oleh guru (manual) dengan skor yang dihasilkan oleh aplikasi pada kelompok siswa yang sama. Hipotesis yang diuji adalah H0: Tidak terdapat perbedaan signifikan antara skor penilaian manual dan skor aplikasi. H1: Terdapat perbedaan signifikan antara skor penilaian manual dan skor aplikasi. Signifikansi ditentukan jika nilai $p < 0,05$. Jika terdapat perbedaan, maka efektivitas aplikasi dalam mengubah hasil penilaian dapat diidentifikasi.

Uji korelasi (pearson atau spearman) untuk mengukur tingkat konsistensi atau kesepakatan antara penilaian manual dan penilaian aplikasi. Korelasi yang tinggi dan signifikan menunjukkan bahwa aplikasi mampu menilai secara konsisten dengan guru (validitas konkuren), sementara korelasi yang rendah mengindikasikan potensi objektivitas yang berbeda. Uji ANOVA satu jalur (One-Way ANOVA) digunakan untuk membandingkan efektivitas aplikasi antar jenjang kelas (kelas 3, 4, 5, dan 6) atau antar jenis gerakan (lempar tangkap, memukul, menendang). Jika terdapat perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji *post-hoc* (Tukey HSD) untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda. Effect size selain signifikansi statistik, dihitung pula *effect size* (Cohen's d) untuk mengukur besarnya dampak penggunaan aplikasi terhadap objektivitas penilaian. Nilai Cohen's d diinterpretasikan kecil (0,2), sedang (0,5), dan besar (0,8) (Cohen, 1988).

Hasil

Produk awal *manipulatif basic movement assesment application* (*Masivmention*) dikembangkan sebagai aplikasi berbasis web yang dapat diakses melalui komputer maupun telepon genggam. Aplikasi ini dirancang untuk menilai tiga keterampilan gerak manipulatif dasar lempar tangkap bola kasti, memukul bola kasti, dan menendang bola sepak bola. Fitur utama aplikasi meliputi perekaman gerak siswa melalui kamera perangkat, analisis gerak *real-time* menggunakan AI MediaPipe yang mendeteksi 33 titik *landmark* tubuh, penilaian otomatis berdasarkan indikator yang telah ditentukan (koordinasi, akurasi, kekuatan, *timing*, keseimbangan), dan laporan hasil penilaian dalam

bentuk skor numerik (0-100) dan visualisasi *stick figure* gerakan. Produk awal juga dilengkapi dengan buku panduan penggunaan untuk guru.

Produk awal divalidasi oleh tiga orang ahli yang memiliki kompetensi sesuai dengan bidangnya. Data hasil validasi disajikan pada tabel-tabel berikut. Ahli materi PJOK menilai aspek kesesuaian materi dengan kurikulum, kebenaran konsep gerak manipulatif, dan cakupan indikator penilaian. Hasil uji kelayakan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Materi PJOK

Aspek Yang Dinilai	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase (%)	Kategori
Kelayakan Isi (Kesesuaian dengan KD)	20	16	80,0	Layak
Kebenaran Konsep Gerak Manipulatif	16	14	87,5	Sangat Layak
Kelengkapan Indikator Penilaian	20	17	85,0	Sangat Layak
Sistematika Penyajian Materi	16	13	81,3	Sangat Layak
Total	72	60	83,3	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 2, total persentase kelayakan yang diperoleh dari ahli materi adalah 83,3% dengan kategori "Sangat Layak". Hal ini menunjukkan bahwa materi gerak manipulatif yang disajikan dalam aplikasi telah sesuai dengan kebutuhan guru untuk menilai gerak manipulatif siswa SD, disajikan secara sistematis, dan didukung oleh ilustrasi yang memadai. Ahli media menilai aspek desain visual, kemudahan penggunaan, dan kualitas teknis aplikasi. Hasil uji kelayakan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji kelayakan oleh ahli media pembelajaran

Aspek Yang Dinilai	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase (%)	Kategori
Desain Antarmuka (User Interface)	20	16	80,0	Layak
Kemudahan Navigasi (User Experience)	20	17	85,0	Sangat Layak
Kualitas Visual dan Tipografi	20	16	80,0	Layak
Kegrafikaan dan Daya Tarik	20	16	80,0	Layak
Total	80	65	81,3	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 3, total persentase kelayakan dari ahli media adalah 81,3% dengan kategori "Sangat Layak". Ahli media memberikan catatan bahwa aplikasi sangat responsif, menarik secara visual, dan mudah dioperasikan oleh guru. Navigasi antar halaman dinilai konsisten dan sesuai dengan logika desain pembelajaran PJOK berbasis AI MediaPipe. Ahli instrumen gerak dasar menilai ketepatan konstruk gerakan yang diukur, yaitu apakah parameter yang diekstrak oleh AI MediaPipe benar-benar merepresentasikan kualitas gerak manipulatif. Hasil uji kelayakan disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kelayakan oleh ahli instrumen gerak dasar

Aspek Yang Dinilai	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase (%)	Kategori
Koordinasi Mata-Tangan/Kaki	25	20	80,0	Layak
Akurasi Arah Objek	20	18	90,0	Sangat Layak
Kekuatan Gerak	20	16	80,0	Layak
Timing Gerakan	25	23	92,0	Sangat Layak
Keseimbangan Tubuh	25	20	80,0	Layak

Total	115	97	84,3	Sangat Layak
-------	-----	----	------	--------------

Berdasarkan tabel 4, total persentase kelayakan dari ahli instrumen gerak dasar adalah 84,3% dengan kategori "Sangat Layak". Hal ini mengonfirmasi bahwa parameter gerak yang dianalisis oleh aplikasi (seperti sudut sendi, kecepatan gerak, dan lintasan objek) secara akurat merefleksikan komponen-komponen kunci dalam gerak manipulatif. Uji coba terbatas dilaksanakan pada bulan Juli 2025 dengan melibatkan 30 siswa dan 5 guru PJOK. Data dikumpulkan melalui angket respon pengguna, observasi, dan wawancara singkat. Hasil analisis angket respon pengguna pada uji coba terbatas disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil angket respon pengguna pada uji coba terbatas (n=35)

Aspek Yang Dinilai	Rata-rata Skor (1-5)	Persentase (%)	Kategori
Kemanfaatan Aplikasi	4,2	84,0	Sangat Baik
Kemudahan Penggunaan	4,0	80,0	Baik
Kualitas Teknis	3,9	78,0	Baik
Rata-rata Total	4,03	80,7	Baik

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata respon pengguna berada pada kategori "Baik" (80,7%). Aspek kemanfaatan mendapatkan skor tertinggi (84,0%), menunjukkan bahwa guru dan siswa merasakan manfaat positif dari penggunaan aplikasi. Aspek kualitas teknis mendapatkan skor terendah (78,0%) karena masih ditemukannya beberapa kendala seperti *lag* pada perangkat dengan spesifikasi rendah. Observasi selama uji coba terbatas mencatat beberapa temuan penting kendala teknis pada 4 dari 30 siswa (13,3%), aplikasi mengalami keterlambatan respons (*lag*) karena perangkat yang digunakan memiliki RAM di bawah 2 GB. Pada 2 siswa (6,7%), aplikasi sempat *crash* saat merekam gerakan memukul karena pencahayaan ruangan yang kurang.

Kemudahan penggunaan guru (n=5) rata-rata hanya membutuhkan waktu 5-7 menit untuk memahami navigasi dasar aplikasi setelah diberikan panduan singkat. Antusiasme siswa seluruh siswa (100%) menunjukkan antusiasme tinggi saat menggunakan aplikasi. Mereka tertarik melihat visualisasi *stick figure* dari gerakan mereka sendiri di layar. "Aplikasi ini sangat membantu, biasanya saya kesulitan menilai gerakan lempar tangkap secara detail. Dengan aplikasi ini, saya bisa melihat bagian mana yang perlu diperbaiki, misalnya posisi siku yang kurang tepat." (Guru A) "Anak-anak jadi lebih semangat karena langsung bisa lihat hasil gerakannya di layar. Tapi mungkin perlu ditambahkan petunjuk suara ya, Pak, biar lebih jelas." (Guru B).

Uji coba skala besar dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2025 dengan melibatkan 160 siswa dan 40 guru PJOK. Tujuan utama dari uji coba ini adalah untuk menguji efektivitas aplikasi *Masivmention* dalam meningkatkan objektivitas penilaian gerak manipulatif. Dalam penelitian ini, efektivitas didefinisikan sebagai sejauh mana aplikasi *Masivmention* mampu menghasilkan penilaian yang konsisten (reliabel) dan akurat (valid) dibandingkan dengan penilaian manual oleh guru, serta meningkatkan persepsi kelayakan pengguna terhadap proses penilaian. Efektivitas diukur melalui tiga pendekatan Perbandingan skor penilaian membandingkan skor yang dihasilkan oleh aplikasi dengan skor hasil penilaian manual oleh guru pada siswa yang sama, menggunakan uji statistik. Tingkat

konsistensi (korelasi) mengukur seberapa kuat hubungan antara skor aplikasi dan skor manual. Persepsi kelayakan guru mengukur persepsi guru terhadap kelayakan aplikasi sebagai alat bantu penilaian melalui angket.

Sebelum dilakukan uji beda, dilakukan uji asumsi klasik. Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data skor penilaian manual ($p = 0,062$) dan skor aplikasi ($p = 0,084$) berdistribusi normal ($p > 0,05$). Hasil uji homogenitas Levene's Test menunjukkan varians kedua kelompok homogen ($p = 0,127 > 0,05$). Dengan terpenuhinya asumsi, maka uji parametrik *Paired Sample T-Test* dapat dilakukan.

Tabel 6. Hasil uji beda skor penilaian manual dan aplikasi ($n=160$)

Jenis Penilaian	Rata-rata Skor	Standar Deviasi	Selisih Rata-rata	t-hitung	df	p-value	Keterangan
Manual (Guru)	72,45	8,92	5,37	6,234	159	0,000	Signifikan
Aplikasi Masivmention	77,82	7,56					

Berdasarkan tabel 6, terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata skor penilaian manual ($M=72,45$, $SD=8,92$) dan rata-rata skor penilaian aplikasi ($M=77,82$, $SD=7,56$), dengan $t(159)=6,234$ dan $p=0,000$ ($< 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi Masivmention cenderung memberikan skor yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan penilaian manual oleh guru. Selisih rata-rata sebesar 5,37 poin mengindikasikan bahwa penilaian manual cenderung lebih konservatif atau kurang mendeteksi aspek-aspek tertentu dari gerakan yang berhasil ditangkap oleh aplikasi. Effect size Cohen's d sebesar 0,65 menunjukkan efek yang tergolong sedang hingga besar.

Tabel 7. Hasil uji korelasi antara skor manual dan skor aplikasi ($n=160$)

Jenis Korelasi	Koefisien Korelasi (r)	p-value	Kekuatan Hubungan
Pearson Correlation	0,723	0,000	Kuat

Tabel 7 menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat ($r=0,723$) dan signifikan ($p=0,000$) antara skor penilaian manual dan skor aplikasi. Hal ini berarti bahwa meskipun terdapat perbedaan nilai absolut (aplikasi cenderung lebih tinggi), urutan peringkat siswa berdasarkan kemampuan gerakannya relatif konsisten antara penilaian manual dan aplikasi. Dengan kata lain, aplikasi memiliki validitas konkuren yang baik karena mampu menilai secara konsisten dengan penilaian manual dari guru yang berpengalaman. Untuk mengetahui apakah efektivitas aplikasi berbeda untuk setiap jenis gerakan, dilakukan uji ANOVA satu jalur dengan faktor jenis gerakan (lempar tangkap, memukul, menendang) dan variabel terikat adalah selisih skor (skor aplikasi - skor manual).

Tabel 8. Hasil uji one-way ANOVA selisih skor berdasarkan jenis gerakan

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F-hitung	p-value
Antar Kelompok	245,67	2	122,84	4,23	0,016
Dalam Kelompok	4558,33	157	29,04		
Total	4804,00	159			

Hasil ANOVA pada tabel 8 menunjukkan perbedaan yang signifikan ($F(2,157)=4,23$; $p=0,016$) dalam selisih skor antar jenis gerakan. Uji *post-hoc* Tukey HSD mengungkapkan bahwa selisih skor pada gerakan memukul bola kasti ($M=7,82$) secara signifikan lebih besar dibandingkan gerakan lempar tangkap ($M=4,23$) dan menendang ($M=4,06$). Artinya, aplikasi paling efektif dalam mendeteksi aspek-aspek gerakan yang mungkin terlewat oleh penilaian manual pada gerakan memukul, yang merupakan gerakan paling kompleks di antara ketiganya. Setelah menggunakan aplikasi, 40 guru PJOK diminta mengisi angket untuk mengukur persepsi kelayakan *Masivmention* sebagai alat bantu penilaian. Hasilnya disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Distribusi frekuensi persepsi kelayakan guru PJOK (n=40)

Kategori Kelayakan	Jumlah Guru	Persentase (%)
Sangat Tidak Layak	0	0
Tidak Layak	1	2,5
Kurang Layak	5	12,5
Layak	15	37,5
Sangat Layak	19	47,5
Jumlah	40	100

Berdasarkan tabel 9, mayoritas guru (85%) memberikan penilaian pada kategori "Layak" (37,5%) dan "Sangat Layak" (47,5%). Hanya 1 guru (2,5%) yang menilai "Tidak Layak" dan 5 guru (12,5%) menilai "Kurang Layak". Jika dikonversi ke dalam skala 1-5, rata-rata skor persepsi kelayakan guru adalah 4,30 yang termasuk dalam kategori "Sangat Layak".

Pembahasan

Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan bahwa produk *Masivmention* berada pada kategori "Sangat Layak" digunakan sebagai instrumen penilaian gerak manipulatif untuk siswa sekolah dasar. Ahli materi memberikan penilaian 83,3%, ahli media 81,3%, dan ahli instrumen gerak dasar 84,3%. Temuan ini mengindikasikan bahwa produk yang dikembangkan tidak hanya memenuhi standar teknis sebagai sebuah aplikasi, tetapi juga secara substantif mampu mengukur konstruk gerak manipulatif dengan tepat. Kelayakan produk dari aspek media dapat dijelaskan melalui teori multimedia learning yang dikemukakan oleh (Mayer, 2020:58). Teori ini menegaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan dalam bentuk kombinasi kata-kata dan gambar secara bersamaan, bukan secara terpisah.

Dalam konteks *Masivmention*, aplikasi ini mengintegrasikan dua modalitas penyajian informasi secara simultan modalitas visual berupa rekaman video gerakan siswa dan visualisasi *stick figure* dari hasil analisis pose estimation, serta modalitas verbal berupa skor numerik dan deskripsi singkat untuk setiap indikator gerakan. Prinsip ini sejalan dengan *dual-channel assumption* dalam teori Mayer, yang menyatakan bahwa manusia memiliki saluran terpisah untuk memproses informasi visual dan auditori/verbal. Dengan menyajikan informasi melalui kedua saluran secara terpadu, aplikasi ini mengurangi beban kognitif pengguna (guru) dan memudahkan mereka dalam menginterpretasi hasil penilaian.

Hal ini tercermin dari hasil angket respon guru pada uji coba skala besar, di mana aspek kemudahan penggunaan mendapatkan skor rata-rata 4,2 dari 5, yang menunjukkan bahwa guru merasa terbantu dengan desain antarmuka yang informatif namun tetap sederhana. Lebih lanjut, prinsip *coherence* dalam teori Mayer menekankan bahwa pembelajaran akan lebih baik jika materi yang tidak relevan dihilangkan. Dalam pengembangan *Masivmention*, tim peneliti secara sengaja membatasi jumlah indikator penilaian hanya pada aspek-aspek kunci dari setiap gerakan (koordinasi, akurasi, kekuatan, *timing*, keseimbangan) dan menghindari penyajian data mentah yang berlebihan.

Pendekatan ini membuat guru tidak kewalahan oleh informasi yang tidak perlu, sehingga mereka dapat fokus pada esensi penilaian. Kelayakan produk dari aspek instrumen gerak dasar tidak terlepas dari keunggulan teknologi AI MediaPipe yang menjadi mesin analisis utama aplikasi. MediaPipe, dengan kemampuannya dalam melakukan *pose estimation* secara real-time dan akurat (Lugaresi et al., 2019; Bazarevsky et al., 2020), memungkinkan ekstraksi 33 titik *landmark* tubuh dari setiap frame video. Data landmark inilah yang kemudian digunakan untuk menghitung metrik-metrik kuantitatif seperti sudut sendi (sudut siku saat melempar), kecepatan gerak, dan sinkronisasi antar segmen tubuh.

Hasil validasi ahli instrumen gerak dasar yang mencapai 84,3% mengonfirmasi bahwa parameter-parameter yang dihasilkan dari analisis MediaPipe memang relevan dan valid untuk merepresentasikan kualitas gerak manipulatif. Pada gerakan memukul bola kasti, aplikasi menganalisis rotasi bahu, pergerakan pinggul, dan timing kontak antara pemukul dan bola. Aspek-aspek ini secara teoritis merupakan komponen kunci dalam gerakan memukul yang efektif (Hay & Reid, 1988:97). Dengan demikian, *Masivmention* tidak hanya mengotomatisasi penilaian, tetapi juga mendasarkan penilaiannya pada prinsip-prinsip biomekanika yang telah mapan.

Temuan paling signifikan dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan yang berarti antara skor penilaian manual oleh guru dan skor yang dihasilkan oleh aplikasi *Masivmention* ($t(159)=6,234$; $p=0,000$), dengan aplikasi cenderung memberikan skor yang lebih tinggi (selisih rata-rata 5,37 poin). Interpretasi kritis terhadap temuan ini setidaknya dapat dilihat dari dua sudut pandang. Dari sudut pandang objektivitas, perbedaan ini justru mengindikasikan bahwa aplikasi mampu menangkap aspek-aspek gerakan yang mungkin terlewatkan oleh penilaian manual. Guru, dengan keterbatasan waktu dan sumber daya atensinya, mungkin hanya fokus pada beberapa indikator paling mencolok (apakah bola berhasil dipukul atau tidak), sementara aplikasi secara konsisten menganalisis seluruh indikator yang telah diprogram (posisi kaki, ayunan lengan, rotasi tubuh).

Hal ini menyebabkan aplikasi memberikan "penghargaan" lebih pada usaha siswa dalam melakukan gerakan dengan benar, meskipun hasil akhirnya (bola tidak terpukul sempurna) mungkin tidak terlihat oleh guru. Dengan kata lain, aplikasi melakukan penilaian yang lebih mikro-analitik dan komprehensif. *Kedua*, perbedaan ini juga bisa diinterpretasikan sebagai indikasi bahwa penilaian manual guru cenderung lebih konservatif atau bahkan subjektif. Guru mungkin secara tidak sadar terpengaruh oleh faktor-faktor non-gerak, seperti perilaku siswa di kelas atau kesan umum terhadap kemampuan siswa (efek halo). Temuan ini sejalan dengan kritik terhadap metode penilaian tradisional yang sering kali mengandung bias intrinsik dan ekstrinsik (McMillan, 2018:103).

Dengan menghilangkan elemen subjektivitas manusia, *Masivmention* menawarkan alternatif penilaian yang lebih berfokus pada data kinerja aktual siswa. Meskipun terdapat perbedaan nilai absolut, ditemukan korelasi positif yang kuat ($r=0,723$; $p=0,000$) antara skor manual dan skor aplikasi. Temuan ini sangat penting karena menunjukkan bahwa *Masivmention* memiliki validitas konkuren yang baik. Artinya, urutan peringkat siswa berdasarkan kemampuannya (siapa yang lebih terampil dan siapa yang kurang terampil) relatif sama antara penilaian guru dan penilaian aplikasi. Dengan kata lain, aplikasi ini tidak menghasilkan penilaian yang acak atau menyimpang jauh dari penilaian manusia yang berpengalaman, melainkan hanya memberikan "koreksi" atau "penyempurnaan" terhadapnya.

Hal ini memperkuat argumen bahwa aplikasi dapat menjadi alat bantu yang andal, bukan pengganti, bagi guru dalam melakukan penilaian. Temuan bahwa selisih skor paling besar terjadi pada gerakan memukul bola kasti ($M=7,82$) dibandingkan lempar tangkap ($M=4,23$) dan menendang ($M=4,06$) memiliki implikasi penting. Gerakan memukul adalah gerakan yang paling kompleks secara biomekanika, melibatkan koordinasi multipersendian (kaki, pinggul, bahu, lengan) dengan objek yang bergerak (bola) dalam waktu yang sangat singkat. Kompleksitas ini membuat guru kemungkinan besar kesulitan menilai secara akurat hanya dengan pengamatan kasat mata.

Aplikasi, dengan kemampuannya melakukan analisis frame-by-frame, lebih unggul dalam menangkap detail-detail mikro dalam gerakan cepat. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh (Minoofam et al., 2022) yang menemukan bahwa sistem berbasis AI lebih akurat dalam mengevaluasi teknik pukulan dalam tenis meja dibandingkan pelatih manusia, terutama pada aspek timing dan rotasi tubuh. Hal ini mengonfirmasi bahwa teknologi AI sangat bermanfaat untuk menilai gerakan-gerakan kompleks yang melampaui kapasitas persepsi manusia. Penelitian ini memperkuat dan memperluas temuan dari studi-studi sebelumnya tentang pemanfaatan teknologi dalam penilaian gerak.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Li et al., 2021) yang mengembangkan sistem deep learning untuk menilai kualitas gerakan kebugaran, penelitian ini juga membuktikan bahwa AI dapat menjadi instrumen penilaian yang objektif dan konsisten. Namun, penelitian (Li et al., 2021) lebih berfokus pada konteks kebugaran umum dengan gerakan-gerakan yang relatif lambat dan terstruktur (squat, push-up). Kebaruan penelitian ini terletak pada konteks pedagogis di sekolah dasar dengan gerakan manipulatif yang bersifat dinamis dan melibatkan objek eksternal (bola dan pemukul). Selain itu, penelitian ini juga melengkapi temuan dari studi tentang penggunaan TGMD-2 sebagai instrumen penilaian gerak dasar. TGMD-2, meskipun merupakan *gold standard* dalam asesmen gerak, masih bersifat manual dan membutuhkan pelatihan khusus bagi penggunanya.

Masivmention menawarkan digitalisasi dari prinsip-prinsip penilaian dalam TGMD-2, sehingga lebih praktis dan mudah diakses oleh guru. Dengan kata lain, penelitian ini berhasil melakukan transfer teknologi dari instrumen konvensional ke platform digital tanpa mengorbankan validitas isi dan konstruksinya. Penelitian oleh (Wicaksono et al., 2020) menunjukkan bahwa pendekatan saintifik dalam pembelajaran PJOK dapat meningkatkan pemahaman siswa. *Masivmention* dapat dilihat sebagai perpanjangan dari pendekatan saintifik tersebut ke dalam ranah penilaian, di mana data menjadi dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa *Masivmention* adalah produk yang layak dan efektif secara empiris, teoretis, dan praktis. Kelayakannya didukung oleh validasi ahli yang mengonfirmasi kesesuaian dengan prinsip multimedia learning dan akurasi teknologi MediaPipe. Efektivitasnya terbukti melalui analisis statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan dengan penilaian manual, namun tetap berkorelasi kuat sebagai bukti validitas konkuren. Respons negatif dari sebagian kecil guru memberikan pelajaran berharga tentang pentingnya mempertimbangkan kesiapan infrastruktur dan faktor psikologis pengguna dalam adopsi teknologi. Kelemahan produk dan keterbatasan penelitian yang diakui membuka jalan bagi penyempurnaan di masa depan, sekaligus mengingatkan bahwa teknologi hanyalah alat, dan kebijaksanaan guru dalam menginterpretasi hasil serta memahami konteks siswa tetap menjadi faktor kunci dalam pendidikan yang humanis.

Simpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan produk *manipulatif basic movement assesment application (Masivmention)*, yaitu sebuah aplikasi berbasis web yang memanfaatkan teknologi AI MediaPipe untuk menganalisis gerak manipulatif dasar siswa sekolah dasar secara real-time. Produk ini dirancang khusus untuk menilai tiga keterampilan gerak, yaitu lempar tangkap bola kasti, memukul bola kasti, dan menendang bola sepak bola. Proses pengembangan mengikuti sepuluh tahapan model (Borg & Gall, 1983) secara sistematis, mulai dari studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan draft awal, validasi ahli, uji coba terbatas, uji coba skala besar, hingga diseminasi.

Produk final berupa aplikasi web yang dapat diakses melalui komputer maupun telepon genggam, dilengkapi dengan buku panduan penggunaan yang memudahkan guru dalam mengoperasikannya. Berdasarkan hasil validasi para ahli, produk *Masivmention* dinyatakan sangat layak digunakan sebagai instrumen penilaian gerak manipulatif untuk siswa sekolah dasar. Hal ini dibuktikan dengan validasi ahli materi PJOK memperoleh persentase kelayakan sebesar 83,3% (kategori "Sangat Layak"), yang menunjukkan bahwa materi gerak manipulatif yang disajikan telah sesuai dengan kurikulum, konsep gerak yang benar, dan indikator penilaian yang komprehensif.

Validasi ahli media pembelajaran memperoleh persentase kelayakan sebesar 81,3% (kategori "Sangat Layak"), yang mengonfirmasi bahwa aplikasi memiliki desain antarmuka yang menarik, navigasi yang mudah, dan kualitas teknis yang memadai. Validasi ahli instrumen gerak dasar memperoleh persentase kelayakan sebesar 84,3% (kategori "Sangat Layak"), yang membuktikan bahwa parameter gerak yang dianalisis oleh AI MediaPipe (seperti koordinasi, akurasi, kekuatan, timing, dan keseimbangan) secara valid merepresentasikan kualitas gerak manipulatif siswa. Selain itu, hasil uji coba skala besar menunjukkan bahwa 85% guru (34 dari 40 responden) memberikan penilaian pada kategori "Layak" (37,5%) atau "Sangat Layak" (47,5%) terhadap kelayakan aplikasi sebagai alat bantu penilaian, dengan rata-rata skor persepsi 4,30 dari skala 5 yang termasuk kategori "Sangat Layak".

Produk *Masivmention* terbukti efektif dalam meningkatkan objektivitas penilaian gerak manipulatif, yang ditunjukkan oleh beberapa temuan berikut: Terdapat perbedaan signifikan antara skor penilaian manual oleh guru dan skor yang dihasilkan oleh aplikasi

($t(159)=6,234$; $p=0,000$), dengan aplikasi cenderung memberikan skor lebih tinggi (selisih rata-rata 5,37 poin). Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi mampu menangkap aspek-aspek gerakan yang mungkin terlewatkan dalam penilaian manual, sehingga memberikan penilaian yang lebih mikro-analitik dan komprehensif. Terdapat korelasi positif yang kuat ($r=0,723$; $p=0,000$) antara skor manual dan skor aplikasi. Temuan ini menunjukkan bahwa *Masivmention* memiliki validitas konkuren yang baik, artinya urutan peringkat siswa berdasarkan kemampuannya konsisten antara penilaian guru dan penilaian aplikasi. Efektivitas aplikasi bervariasi berdasarkan jenis gerakan, dengan selisih skor terbesar terjadi pada gerakan memukul bola kasti ($M=7,82$) dibandingkan lempar tangkap ($M=4,23$) dan menendang ($M=4,06$). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi paling efektif dalam menilai gerakan yang paling kompleks, yang sulit dinilai secara akurat oleh guru melalui pengamatan kasat mata.

Pernyataan Penulis

Saya menyatakan bahwa artikel/penelitian ini merupakan karya ilmiah asli yang saya susun tanpa melakukan plagiarisme, dan semua sumber rujukan yang digunakan telah dicantumkan secara jelas dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Artikel ini belum pernah diajukan atau dipublikasikan di jurnal, seminar, maupun media publikasi lainnya, baik dalam bentuk cetak maupun elektronik.

Daftar Pustaka

- Abas, S. (2025). Transformasi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Berbantuan Artificial Intelligence di Era Digital (Studi Kasus di Sekolah SMA Manba'ul'Ulum). *Action Research Journal Indonesia (ARJI)*, 7(3), 2427-2440. <https://journal.nahnuinisiatif.com/index.php/ARJI/article/view/546>
- Alim, B., Alimsyah, A. S., & Yani, A. (2025). Pemanfaatan AI melalui Teknik Prompting untuk Pengembangan Media Pembelajaran Pendidikan Jasmani. *Jurnal Bina Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 154-165. <https://jurnal.stokbinaguna.ac.id/index.php/JPKM/article/view/5249>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research: An introduction* (4th ed.). Longman.
- Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Zhang, F., & Grundmann, M. (2020). BlazePose: On-device real-time body pose tracking. *arXiv preprint arXiv:2006.10204*. <https://arxiv.org/abs/2006.10204>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Fradana, A. N., & Suwarta, N. (2025). Artificial Intelligence Driven Literacy Practices in Early Language Education: Praktik Literasi yang Didorong oleh Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan Bahasa Awal. *Academia Open*, 10(1), 10-21070. <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.11438>
- Fajaruddin, S., Retnawati, H., Wijaya, T. T., Ramadhan, S., & Prihatni, Y. (2021). Alhamdulillah, Butir Pengembangan Instrumen Penilaian Artikel Jurnal Ilmiah

- Dikatakan Valid Oleh Para Rater. *Measurement In Educational Research*, 1(2), 89-96.
<https://doi.org/10.33292/meter.v1i2.156>
- Gallahue, D. L., & Donnelly, F. C. (2003). *Developmental physical education for all children* (4th ed.). Human Kinetics.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hay, J. G., & Reid, J. G. (1988). *Anatomy, mechanics, and human motion* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Uboweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C.-L., Yong, M. G., Lee, J., Chang, W.-T., Hua, W., Georg, M., & Grundmann, M. (2019). MediaPipe: A framework for building perception pipelines. *arXiv preprint arXiv:1906.08172*. <https://arxiv.org/abs/1906.08172>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Li, L., Zhang, L., & Zhang, S. (2021). Using artificial intelligence for the construction of university physical training and teaching systems. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021, 3479208. <https://doi.org/10.1155/2021/3479208>
- Mashudi, A., & Nurrochmah, S. (2020). Survei Gerak Dasar Lokomotor dan Manipulatif Siswa Kelas IV SD. *Journal Sport Science and Health*, 2(8), 415-421. <https://doi.org/10.17977/um062v2i82020p415-421>
- Minoofam, S. A. H., Bastanfard, A., & Keyvanpour, M. R. (2022). RALF: an adaptive reinforcement learning framework for teaching dyslexic students. *Multimedia Tools and Applications*, 81(5), 6389-6412. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-021-11806-y>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- Minoofam, S. A. H., Bastanfard, A., & Keyvanpour, M. R. (2022). RALF: An adaptive reinforcement learning framework for teaching dyslexic students. *Multimedia Tools and Applications*, 81(5), 6389-6412. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11806-y>
- McMillan, J. H. (2018). *Classroom assessment: Principles and practice that enhance student learning and motivation* (7th ed.). Pearson.
- Mahkotawati, R., Rijanto, T., & Rusimamto, P. W. (2025). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian: Angket Pengalaman Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada Siswa SMK. *JiIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(2), 1830-1835. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i2.6990>
- Prima, D. G., Scurria, A., Angellotti, G., Belfiore, E., Pagliaro, M., Meneguzzo, F., Caro, D. V., & Ciriminna, R. (2022). Grapefruit Integro Pectin isolation via spray drying and via freeze drying: A comparison. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 29, 100816. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100816>

- Prensky, M. (Ed.). (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*. Corwin press.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Wicaksono, P. N., Kusuma, I. J., Festiawan, R., Widanita, N., & Anggraeni, D. (2020). Penerapan Pendekatan Saintifik Terhadap Pembelajaran Pendidikan Jasmani Materi Teknik Dasar Passing Sepak Bola. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 16(1), 41-54. <https://doi.org/10.21831/jpji.v16i1.29774>