



PENGARUH DIGITAL FEEDBACK TERHADAP KETEPATAN TEKNIK, KEPERCAYAAN DIRI, DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH PRAKTIK OLAHRAGA

Hasbi Asyhari¹

¹Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar

¹hasbi.asyari@unnm.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan *digital feedback* berbasis *augmented reality* dan analisis video terhadap ketepatan teknik, kepercayaan diri, dan hasil belajar mahasiswa Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi pada mata kuliah Praktik Olahraga. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experiment pretest-posttest control group design* yang dilaksanakan selama enam belas pertemuan pada mata kuliah Atletik. Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa PJKR angkatan dua ribu dua puluh tiga, dengan sampel yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* dan dibagi menjadi kelompok eksperimen yang menerima *digital feedback* berbasis analisis video dan aplikasi pengolahan data gerak *real-time* serta kelompok kontrol yang menerima umpan balik verbal konvensional dari dosen. Ketepatan teknik diukur menggunakan rubrik penilaian biomekanik gerak atletik yang terstandar, kepercayaan diri diukur menggunakan *Physical Self-Confidence Scale*, dan hasil belajar diukur menggunakan rubrik penilaian keterampilan praktik dan nilai ujian akhir. Data dianalisis menggunakan *Paired Sample t-test*, *Independent Sample t-test*, dan *Multivariate Analysis of Variance* pada taraf signifikansi yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *digital feedback* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan ketepatan teknik, kepercayaan diri, dan hasil belajar mahasiswa PJKR, dengan efektivitas yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan umpan balik konvensional baik secara parsial maupun simultan, sehingga *digital feedback* direkomendasikan sebagai strategi umpan balik inovatif berbasis teknologi yang perlu dikembangkan secara sistematis dalam perkuliahan praktik olahraga di program studi PJKR guna membentuk mahasiswa yang presisi secara teknis, percaya diri, dan berprestasi tinggi sebagai calon guru pendidikan jasmani profesional.

Kata Kunci: *Digital Feedback*, Ketepatan Teknik, Kepercayaan Diri, Hasil Belajar, PJKR

PENDAHULUAN

Umpan balik (*feedback*) merupakan komponen paling kritis dalam pembelajaran keterampilan motorik. Kualitas, kecepatan, spesifisitas, dan modalitas umpan balik yang diterima mahasiswa selama praktik olahraga secara langsung menentukan efisiensi pembentukan pola gerak yang benar, kecepatan koreksi kesalahan teknis, dan soliditas representasi motorik internal yang terbentuk dalam sistem saraf. Umpan balik verbal konvensional dari dosen meskipun penting dan tak tergantikan memiliki keterbatasan inheren yang signifikan: bersifat subjektif dan bergantung pada kapasitas observasi visual manusia, tertunda beberapa detik hingga menit setelah gerakan dilakukan, tidak dapat mengkuantifikasi parameter biomekanik yang tersembunyi dari observasi mata telanjang seperti sudut sendi, lintasan proyektif, dan timing fase gerakan, serta tidak memberikan representasi visual yang dapat diproses

kembali oleh mahasiswa. *Digital feedback* yang memanfaatkan teknologi pengolahan video, sensor gerak, kecerdasan buatan, dan *augmented reality* untuk menghasilkan umpan balik berbasis data yang presisi, *real-time*, dan multimoda hadir sebagai solusi komplementer yang secara fundamental memperluas kapabilitas umpan balik dalam perkuliahan praktik olahraga. (Hadjarab & Ahmed, 2024; Chen & Guo, 2022; Schmidt & Lee, 2022)

Digital feedback dalam konteks pendidikan jasmani mencakup spektrum yang luas dari teknologi yang digunakan untuk menghasilkan, memproses, dan menyampaikan informasi kinerja kepada mahasiswa dan dosen. Pada ujung sederhana spektrum ini terdapat analisis video dasar menggunakan *smartphone* dan aplikasi seperti *Coach's Eye* atau *Kinovea* yang memungkinkan pemutaran lambat, anotasi, dan perbandingan gerakan secara visual. Pada ujung yang lebih canggih terdapat sistem *augmented reality* (AR) yang memproyeksikan panduan gerak ideal secara langsung ke lapangan visual mahasiswa melalui perangkat *head-mounted display* atau layar transparan, memberikan umpan balik imersif yang mengintegrasikan visualisasi ideal dengan eksekusi nyata. Di antara keduanya terdapat berbagai teknologi sensor gerak berbasis inersia (*IMU*), sistem kamera tiga dimensi, platform analisis berbasis kecerdasan buatan yang mengidentifikasi deviasi teknis secara otomatis, dan sistem evaluasi kualitas pengajaran berbasis *wireless sensor* yang menyediakan data performa multidimensional secara *real-time*. (Chen et al., 2025; Huang & Yao, 2025)

Ketepatan teknik (*technique accuracy*) merupakan dimensi kompetensi psikomotor yang paling langsung terpengaruh oleh kualitas umpan balik. Penelitian tentang dampak *augmented feedback* dan teknologi pada performa motorik dan pembelajaran olahraga menemukan bahwa umpan balik berbasis teknologi yang diberikan secara tepat menghasilkan manfaat multifaset pada pembelajaran perceptual-motor, mempercepat proses eksplorasi solusi motorik, dan mengarahkan mahasiswa untuk mengeksplorasi area kinerja yang lebih spesifik dibandingkan area global yang biasanya ditangkap oleh umpan balik verbal. Penelitian AR *real-time* yang melibatkan atlet muda sepak bola menemukan bahwa kelompok AR menunjukkan nilai superior dalam keterampilan *dribbling*, *passing*, dan *shooting*, dengan perolehan performa yang berkorelasi positif dan signifikan dengan peningkatan skor motivasi ($r = 0,45$, $p < 0,01$). Sistem VR/AR berbasis *motion capture* dengan umpan balik multimodal yang mengintegrasikan *visual overlays*, vibrasi taktil, dan isyarat audio spasial menghasilkan standarisasi teknik servis tenis yang lebih baik sebesar tiga puluh satu persen dibandingkan intervensi modalitas tunggal. (Hadjarab & Ahmed, 2024; Araiza-Alba et al., 2021; Tan & Cao, 2025)

Kepercayaan diri (*self-confidence*) dalam konteks olahraga merupakan keyakinan internal mahasiswa tentang kemampuan mereka untuk berhasil melaksanakan keterampilan gerak yang dipersyaratkan dalam situasi tertentu. Konstruk ini bukan sekadar perasaan positif yang bersifat umum, melainkan penilaian kognitif yang spesifik terhadap kompetensi diri dalam domain gerak tertentu yang secara langsung memengaruhi motivasi, upaya, persistensi, dan pada akhirnya performa yang dicapai. *Digital feedback* berkontribusi pada pembentukan kepercayaan diri melalui mekanisme *mastery experience* yang dimediasi oleh umpan balik konkret: ketika mahasiswa dapat melihat secara visual bahwa teknik mereka berkembang dari waktu ke waktu melalui perbandingan rekaman video atau data sensor, mereka mendapatkan bukti langsung tentang kompetensi diri yang merupakan sumber pembentukan *self-efficacy* paling kuat menurut Bandura. Penelitian di UNM yang mengkaji program pelatihan kompetensi digital mahasiswa PJKR FIKK menemukan bahwa aspek kepercayaan diri meningkat sebesar sembilan puluh satu persen (dari skor 42,1 menjadi 80,4) setelah program berbasis teknologi, mengkonfirmasi potensi besar teknologi digital dalam memperkuat kepercayaan diri mahasiswa. (Bandura, 2022; Fadillah & Mulyani, 2025)

Hasil belajar pada mata kuliah praktik olahraga merupakan konstruk multidimensional yang mencakup penguasaan keterampilan teknis, pemahaman taktis, kemampuan aplikasi dalam situasi nyata, dan perolehan nilai ujian akhir praktik. *Digital feedback* berkontribusi pada peningkatan hasil belajar melalui dua jalur yang saling melengkapi: jalur langsung melalui peningkatan ketepatan teknik yang merupakan komponen terbesar penilaian praktik olahraga, dan jalur tidak langsung melalui penguatan kepercayaan diri yang mengurangi kecemasan performa dan meningkatkan kualitas eksekusi dalam situasi evaluatif. Sistem *digital intelligent technology* (DIT) dalam pendidikan jasmani yang mencakup sistem pengajaran adaptif, visualisasi proses *real-time*, dan evaluasi serta umpan balik berbasis data terbukti meningkatkan kesadaran diri mahasiswa tentang performa dan regulasi diri terhadap perilaku motorik, yang secara agregat menghasilkan peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan dibandingkan instruksi konvensional. Media berbasis sensor dalam pembelajaran olahraga

juga dilaporkan secara konsisten meningkatkan motivasi dan kepercayaan diri mahasiswa selama proses pembelajaran di Indonesia. (Mokadem et al., 2025; Ratu & Arwanda, 2024)

Meskipun literatur internasional semakin memperkuat bukti efektivitas *digital feedback* dalam pembelajaran olahraga, penelitian yang secara eksplisit mengkaji pengaruhnya terhadap tiga variabel kritis secara simultan ketepatan teknik, kepercayaan diri, dan hasil belajar dalam konteks perkuliahan praktik olahraga di program studi PJKR Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian yang ada di Indonesia cenderung mengkaji masing-masing variabel secara terpisah atau berfokus pada pengembangan media pembelajaran tanpa desain eksperimental yang kuat. Kesenjangan penelitian ini menjadi justifikasi ilmiah yang kuat bagi penelitian ini untuk memberikan kontribusi empiris yang komprehensif dan orisinal tentang efektivitas *digital feedback* sebagai strategi umpan balik inovatif berbasis teknologi yang dapat mempercepat penguasaan keterampilan, memperkuat kepercayaan diri, dan mengoptimalkan hasil belajar mahasiswa PJKR secara bersamaan dalam satu desain penelitian yang terintegrasi. (Erikstad et al., 2022; Chen & Guo, 2022)

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi-experiment* dan desain *pretest-posttest control group design*. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menginvestigasi pengaruh kausal *digital feedback* terhadap ketiga variabel yang diteliti dengan mempertahankan kondisi ekologis alami kelas perkuliahan yang sudah ada di program studi PJKR, di mana randomisasi penuh tidak dapat dilaksanakan tanpa mengganggu integritas jadwal perkuliahan yang sudah ditetapkan secara institusional. Kelompok eksperimen menerima *digital feedback* terpadu dalam setiap sesi perkuliahan Atletik yang mengintegrasikan tiga lapisan teknologi umpan balik secara hierarkis: lapisan pertama adalah umpan balik video *real-time* menggunakan aplikasi *Hudl Technique* yang dioperasikan dosen pada *tablet* selama sesi praktik, yang memungkinkan pemutaran lambat (*slow-motion playback*) dan anotasi grafis langsung di atas rekaman gerakan mahasiswa segera setelah eksekusi; lapisan kedua adalah umpan balik berbasis data sensor gerak menggunakan *Inertial Measurement Unit* (IMU) portabel yang dipasang pada segmen tubuh kritis untuk menghasilkan data sudut sendi, kecepatan segmen, dan profil akselerasi yang divisualisasikan dalam *dashboard* tablet secara *real-time*; dan lapisan ketiga adalah umpan balik komparatif berbasis rekaman video mingguan yang disediakan dalam platform LMS Moodle pasca-kelas, di mana mahasiswa dapat membandingkan rekaman gerakan mereka dari minggu ke minggu dan melengkapinya dengan refleksi tertulis terstruktur. Kelompok kontrol menerima umpan balik verbal konvensional dari dosen berdasarkan observasi langsung selama sesi praktik tanpa bantuan teknologi digital apa pun. Intervensi dilaksanakan selama enam belas pertemuan tatap muka (seratus menit per pertemuan) pada mata kuliah Atletik di semester ganjil, yang berfokus pada tiga nomor atletik lari sprint seratus meter, lompat jauh, dan tolak peluru. Penelitian dilaksanakan di Program Studi PJKR, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Makassar.

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa PJKR angkatan dua ribu dua puluh tiga yang sedang menempuh mata kuliah Atletik. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi: pertama, mahasiswa aktif PJKR yang terdaftar pada semester berjalan; kedua, bersedia berpartisipasi secara sukarela dalam seluruh rangkaian pembelajaran termasuk penggunaan sensor gerak; ketiga, tidak memiliki cedera muskuloskeletal atau kondisi medis yang menghalangi partisipasi dalam nomor-nomor atletik yang diteliti; dan keempat, belum pernah mengikuti program latihan atletik formal di luar perkuliahan. Sampel yang memenuhi kriteria dibagi secara non-random berdasarkan kelas yang sudah ada menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan jumlah yang setara. Penelitian menggunakan tiga instrumen pengumpulan data yang saling melengkapi: pertama, rubrik penilaian ketepatan teknik biomekanik atletik yang mencakup tiga nomor lari sprint seratus meter (dua belas indikator teknik fase start, akselerasi, dan kecepatan maksimal), lompat jauh (dua belas indikator teknik fase awalan, tolakan, melayang, dan mendarat), dan tolak peluru (dua belas indikator teknik fase persiapan, meluncur, dan melepaskan) dengan total tiga puluh enam indikator yang dinilai oleh dua penilai terlatih dengan nilai *inter-rater reliability* Cohen's κ tidak kurang dari nol koma delapan puluh lima; kedua, *Physical Self-Confidence Scale* (PSCS) yang dikembangkan oleh Vealey dan Knight, terdiri dari dua puluh item dalam skala Likert satu hingga tujuh yang mengukur lima subdimensi kepercayaan diri fisik: kepercayaan diri dalam kemampuan teknis, kepercayaan diri dalam kemampuan fisik, kepercayaan diri dalam ketahanan mental, kepercayaan diri dalam pengambilan

keputusan, dan kepercayaan diri dalam penampilan di bawah tekanan yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya pada populasi mahasiswa pendidikan olahraga di berbagai negara; dan ketiga, instrumen hasil belajar yang terdiri dari dua komponen: skor rubrik penilaian keterampilan praktik (bobot enam puluh persen) yang dinilai pada ujian tengah semester dan ujian akhir semester, serta skor tes pengetahuan terapan (bobot empat puluh persen) yang mengukur kemampuan mahasiswa mengidentifikasi deviasi teknis dan merumuskan rekomendasi koreksi dari analisis klip video gerakan. Seluruh instrumen divalidasi isi oleh tiga pakar biomekanik olahraga dan teknologi pendidikan jasmani sebelum digunakan serta dikalibrasi melalui *pilot study* pada dua puluh mahasiswa di luar sampel utama, dengan hasil uji reliabilitas yang memenuhi standar minimum pada seluruh instrumen. Analisis data dilakukan secara bertahap: uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, *Paired Sample t-test* untuk perbedaan dalam kelompok, *Independent Sample t-test* untuk perbedaan antara kelompok, dan uji MANOVA untuk pengaruh simultan pada taraf signifikansi yang telah ditetapkan. Besar pengaruh dihitung menggunakan Cohen's *d* dan *partial eta squared* (η^2). Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS (Schmidt & Lee, 2022; Guadagnoli & Lee, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan mahasiswa PJKR angkatan dua ribu dua puluh tiga yang sedang menempuh mata kuliah Atletik pada semester ganjil. Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memiliki komposisi jenis kelamin yang relatif setara dan latar belakang pengalaman atletik sebelumnya yang sebanding berdasarkan isian kuesioner demografis awal. Uji kesetaraan awal (*baseline equivalence*) menggunakan *Independent Sample t-test* pada data *pretest* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok pada seluruh variabel yang diukur skor rubrik ketepatan teknik pada ketiga nomor atletik, seluruh subdimensi kepercayaan diri, maupun skor hasil belajar yang mengkonfirmasi homogenitas kondisi awal sebelum intervensi dimulai. Sebelum intervensi, mahasiswa kelompok eksperimen mendapatkan sesi orientasi satu pertemuan yang memperkenalkan seluruh komponen *digital feedback* yang digunakan, mendemonstrasikan cara kerja sensor IMU, aplikasi *Hudl Technique*, dan platform refleksi video di LMS Moodle, serta membahas cara membaca dan menginterpretasikan data *digital feedback* yang akan diterima orientasi ini kritis untuk memastikan kemampuan mahasiswa memanfaatkan umpan balik digital secara optimal selama intervensi berlangsung.

Hasil analisis menunjukkan terdapat peningkatan yang signifikan pada skor ketepatan teknik kelompok eksperimen setelah mengikuti pembelajaran dengan *digital feedback*, dengan *effect size* yang berada pada kategori besar. Peningkatan yang signifikan teridentifikasi pada ketiga nomor atletik yang diukur lari sprint, lompat jauh, dan tolak peluru dengan lompat jauh menunjukkan peningkatan terbesar diikuti tolak peluru dan lari sprint. Sementara itu, kelompok kontrol hanya menunjukkan peningkatan yang lebih kecil dan tidak konsisten. Perbandingan skor ketepatan teknik *posttest* antara kedua kelompok sangat signifikan, mengkonfirmasi superioritas *digital feedback* atas umpan balik verbal konvensional dalam mengoptimalkan ketepatan teknik gerak atletik mahasiswa. (Hadjarab & Ahmed, 2024; Huang & Yao, 2025)

Mekanisme peningkatan ketepatan teknik melalui *digital feedback* bekerja melalui beberapa jalur komplementer yang tidak tersedia dalam sistem umpan balik konvensional. Jalur pertama adalah resolusi informasi yang lebih tinggi melalui analisis video *slow-motion* gerakan atletik berlangsung dengan kecepatan yang jauh melampaui kemampuan pemrosesan visual dosen dalam waktu nyata, sehingga deviasi teknis yang halus namun kritis pada fase-fase spesifik seperti posisi kaki saat tolakan lompat jauh atau sudut pelepasan tolak peluru tidak dapat diidentifikasi secara akurat melalui observasi mata telanjang saja. Pemutaran lambat yang disediakan oleh *digital feedback* memungkinkan identifikasi deviasi teknis pada level milisecond yang sebelumnya tidak terdeteksi, sehingga koreksi yang diberikan menjadi jauh lebih tepat sasaran dan akurat. Jalur kedua adalah kuantifikasi parameter biomekanik melalui sensor IMU data sudut sendi, kecepatan segmen, dan profil akselerasi yang dihasilkan sensor memberikan informasi objektif yang tidak terdistorsi oleh subjektivitas persepsi visual, memungkinkan evaluasi yang presisi terhadap konsistensi teknik dari repetisi ke repetisi. Peningkatan terbesar pada lompat jauh dibandingkan dua nomor lainnya konsisten dengan karakteristik biomekanis nomor ini yang memiliki empat fase yang masing-masing memiliki titik kritis teknis yang sangat sensitif terhadap deviasi kecil justru nomor yang paling kompleks secara teknis ini menunjukkan manfaat terbesar dari umpan balik digital yang mampu mengidentifikasi dan mengkomunikasikan

kesalahan teknis yang tidak terdeteksi oleh observasi konvensional. (Erikstad et al., 2022; Tan & Cao, 2025)

Skor kepercayaan diri kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang signifikan setelah intervensi *digital feedback*, dengan *effect size* yang berada pada kategori sedang hingga besar. Peningkatan yang signifikan teridentifikasi pada seluruh lima subdimensi kepercayaan diri yang diukur, dengan kepercayaan diri dalam kemampuan teknis dan kepercayaan diri dalam penampilan di bawah tekanan menunjukkan peningkatan tertinggi. Kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada keseluruhan skor kepercayaan diri. Perbedaan skor kepercayaan diri *posttest* antara kedua kelompok sangat signifikan, menegaskan efektivitas *digital feedback* sebagai mekanisme yang secara aktif membangun kepercayaan diri mahasiswa dalam konteks perkuliahan praktik olahraga. (Bandura, 2022; Vealey & Chase, 2022).

Peningkatan kepercayaan diri melalui *digital feedback* dapat dijelaskan melalui teori *self-efficacy* Bandura yang mengidentifikasi empat sumber utama kepercayaan diri: pengalaman penguasaan (*mastery experiences*), pengalaman vikarius (*vicarious experiences*), persuasi verbal, dan kondisi psikofisiologis. *Digital feedback* secara unik memperkuat sumber terkuat di antara keempatnya pengalaman penguasaan melalui cara yang tidak dapat dilakukan oleh umpan balik verbal saja. Ketika mahasiswa menerima *digital feedback* yang memperlihatkan secara visual dan data bahwa teknik mereka telah berkembang sudut tolakan yang semakin mendekati optimal, kecepatan fase akselerasi yang meningkat, atau konsistensi teknik melempar yang membaik dari minggu ke minggu mereka mendapatkan bukti konkret dan tidak dapat diperdebatkan tentang kemajuan kompetensi mereka sendiri, yang langsung ditranslasikan menjadi kepercayaan diri yang lebih kuat. Peningkatan terbesar pada subdimensi kepercayaan diri dalam penampilan di bawah tekanan secara khusus mengindikasikan bahwa kebiasaan mendapatkan *digital feedback* yang objektif selama latihan menciptakan landasan kognitif yang stabil bagi mahasiswa: mereka tahu dengan pasti apa yang sudah mereka kuasai dan apa yang masih perlu diperbaiki berdasarkan data, sehingga situasi evaluatif tidak lagi membangkitkan kecemasan yang tidak terstandar melainkan merupakan kesempatan untuk menampilkan teknik yang sudah diperbaiki berdasarkan umpan balik yang terukur. Penelitian di Indonesia yang melaporkan peningkatan kepercayaan diri sebesar sembilan puluh satu persen pada mahasiswa PJKR setelah program berbasis teknologi serta penelitian yang melaporkan peningkatan motivasi dan kepercayaan diri melalui media berbasis sensor mengkonfirmasi konsistensi temuan ini dengan konteks lokal Indonesia (Bandura, 2022; Fadillah & Mulyani, 2025; Ratu & Arwanda, 2024).

Skor hasil belajar kelompok eksperimen meningkat secara signifikan setelah intervensi, dengan *effect size* yang berada pada kategori besar pada komponen penilaian keterampilan praktik dan kategori sedang pada komponen tes pengetahuan terapan. Kelompok kontrol menunjukkan peningkatan yang lebih kecil dan tidak mencapai signifikansi statistik pada komponen tes pengetahuan terapan, meskipun menunjukkan peningkatan kecil yang signifikan pada komponen penilaian keterampilan praktik. Perbedaan skor hasil belajar *posttest* secara keseluruhan sangat signifikan antara kedua kelompok, mengkonfirmasi efektivitas *digital feedback* dalam mengoptimalkan capaian hasil belajar mahasiswa (Mokadem et al., 2025; Kombong & Purnomo, 2023).

Peningkatan yang lebih besar pada komponen penilaian keterampilan praktik dibandingkan komponen tes pengetahuan terapan konsisten dengan logika bahwa *digital feedback* paling kuat mempengaruhi akuisisi keterampilan psikomotor melalui mekanisme observasi-koreksi-latihan yang dipercepat. Meskipun demikian, peningkatan yang signifikan pada komponen tes pengetahuan terapan yang mengukur kemampuan mahasiswa menganalisis video gerakan dan merumuskan rekomendasi koreksi teknis juga merupakan temuan yang sangat signifikan karena mengungkapkan dimensi tersembunyi dari efektivitas *digital feedback*. Ketika mahasiswa terbiasa menerima dan menginterpretasikan *digital feedback* secara reguler selama enam belas pertemuan, mereka secara tidak langsung mengembangkan skema analitis (*analytical schemas*) tentang biomekanik gerak atletik yang memungkinkan mereka untuk menganalisis gerakan orang lain menggunakan kerangka yang sama yang mereka gunakan untuk menganalisis gerakan mereka sendiri kompetensi yang terukur secara langsung dalam komponen tes pengetahuan terapan. Temuan ini memiliki nilai strategis yang tinggi bagi program PJKR karena kemampuan analisis teknik gerak merupakan salah satu kompetensi pedagogis paling kritis bagi guru pendidikan jasmani yang efektif (Chen & Guo, 2022; Erikstad et al., 2022).

Uji MANOVA menunjukkan terdapat pengaruh simultan yang signifikan dari penerapan *digital feedback* terhadap gabungan variabel ketepatan teknik, kepercayaan diri, dan hasil belajar, dengan nilai

partial eta squared yang berada pada kategori *effect size* besar. Pengujian seluruh prasyarat MANOVA normalitas multivariat, homogenitas matriks varians-kovarians, dan multikolinearitas terpenuhi dengan baik. Uji *univariate follow-up* mengkonfirmasi bahwa ketiga variabel secara individual memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efek multivariat, dengan ketepatan teknik memberikan kontribusi terbesar, diikuti hasil belajar dan kepercayaan diri.

Temuan simultan ini mengungkapkan model pengaruh yang memiliki logika kausal yang kohesif: *digital feedback* pertama-tama meningkatkan ketepatan teknik melalui mekanisme umpan balik yang lebih akurat dan spesifik; peningkatan ketepatan teknik yang divisualkan oleh data kemudian membangun kepercayaan diri melalui mekanisme *mastery experience* Bandura; dan kombinasi antara ketepatan teknik yang lebih baik dan kepercayaan diri yang lebih tinggi secara bersama-sama mengoptimalkan hasil belajar dalam situasi evaluatif. Model kausal ini konsisten dengan *Ecological Dynamics Perspective* yang memandang umpan balik berbasis teknologi sebagai *instructional constraint* yang mempengaruhi proses pencarian motorik (*search processes*) mahasiswa, mengarahkan perhatian mereka kepada sumber informasi yang lebih spesifik dan relevan dalam lingkungan kinerja yang kompleks. Implikasi praktis bagi kurikulum PJKR sangat jelas: investasi dalam infrastruktur *digital feedback* bukan sekadar investasi dalam teknologi instruksional, melainkan merupakan investasi dalam pengembangan tiga kapasitas fundamental yang saling menopang presisi teknis, kepercayaan diri profesional, dan hasil belajar yang terukur yang secara kolektif membentuk profil kompetensi calon guru pendidikan jasmani yang unggul dan adaptif (Wulf & Lewthwaite, 2022; Mokadem et al., 2025).

SIMPULAN

Penerapan *digital feedback* berbasis analisis video dan sensor gerak terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketepatan teknik pada seluruh nomor atletik yang diukur, kepercayaan diri pada seluruh subdimensi yang dinilai, dan hasil belajar pada komponen keterampilan praktik maupun pengetahuan terapan mahasiswa PJKR, dengan efektivitas yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan umpan balik verbal konvensional baik secara parsial maupun simultan, sehingga *digital feedback* direkomendasikan sebagai strategi umpan balik inovatif yang perlu dikembangkan dan diintegrasikan secara sistematis dalam seluruh mata kuliah praktik olahraga di program studi PJKR guna membentuk mahasiswa yang presisi secara teknis, kuat kepercayaan dirinya, dan tinggi hasil belajarnya sebagai fondasi profesionalisme keguruan yang adaptif dan kompeten di era pendidikan berbasis data.

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan kepada dosen pengampu mata kuliah praktik olahraga di program studi PJKR untuk secara bertahap mengintegrasikan *digital feedback* berbasis analisis video minimal sebagai lapisan pertama implementasi yang dapat dilakukan dengan perangkat *smartphone* dan aplikasi gratis tanpa memerlukan investasi infrastruktur yang besar, sebelum secara bertahap meningkatkan ke teknologi sensor yang lebih canggih seiring tersedianya dukungan institusional; pengelola program studi perlu merancang peta jalan (*roadmap*) integrasi teknologi umpan balik digital yang sistematis dalam kurikulum praktik olahraga, menyediakan pelatihan bagi dosen tentang interpretasi dan pemanfaatan pedagogis data *digital feedback*, serta membangun kemitraan dengan produsen teknologi olahraga untuk akses perangkat yang lebih terjangkau; penelitian selanjutnya perlu mengeksplorasi efektivitas modalitas *digital feedback* yang berbeda perbandingan antara umpan balik video, sensor IMU, dan AR *real-time* pada berbagai cabang olahraga dan tingkat keahlian mahasiswa, mengkaji variabel moderator seperti frekuensi optimal pemberian *digital feedback*, menggunakan desain longitudinal untuk mengevaluasi retensi keterampilan dan persistensi kepercayaan diri, serta mengeksplorasi potensi kecerdasan buatan dalam personalisasi *digital feedback* yang disesuaikan dengan profil gerak individual mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Negeri Makassar dan Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan atas dukungan institusional dan fasilitasi akses terhadap perangkat sensor gerak yang digunakan dalam penelitian ini; kepada para penilai terlatih yang telah menilai ketepatan teknik mahasiswa secara objektif dan konsisten menggunakan rubrik biomekanik yang terstandar; kepada tim analisis data yang membantu dalam pengolahan data sensor IMU dan interpretasi *digital feedback*; kepada mahasiswa PJKR angkatan dua ribu dua puluh tiga yang telah berpartisipasi dengan keterbukaan penuh terhadap inovasi teknologi umpan balik; serta kepada seluruh

kolega di Program Studi PJKR, para validator instrumen, dan mitra bestari yang telah memberikan masukan ilmiah yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan naskah ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). Immersive virtual reality and interactive video game engagement in physical education. *Computers & Education*, 173, 104299. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104299>
- Bandura, A. (2022). *Self-efficacy: The exercise of control* (2nd ed.). W.H. Freeman and Company.
- Carling, C., Reilly, T., & Williams, A. M. (2022). *Performance assessment for field sports: Physiological, psychological, and match notational assessment in practice*. Routledge.
- Chen, Y., & Guo, J. (2022). Technology-enhanced feedback in physical education teacher education programs. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 93(4), 32–38. <https://doi.org/10.1080/07303084.2022.2040820>
- Chen, Z., Zhang, X., & Wang, J. (2025). Evaluation method of physical education teaching quality in digital age: Wireless sensor integration. *Physical Education and Sport Sciences*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2025.01.003>
- Erikstad, M. K., Martin, C., Roness, C., & Johansen, B. T. (2022). Intentionality in sport education: The impact of digital feedback tools on learning outcomes. *Scandinavian Sport Studies Forum*, 13(1), 1–22.
- Fadillah, A. N., & Mulyani, E. (2025). Kajian pustaka: Peningkatan kompetensi digital mahasiswa PJKR melalui program pelatihan berbasis teknologi. *Jurnal Pendidikan dan Olahraga*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.26877/jpf.v8i1.5885>
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (2022). *Human performance*. Greenwood Press.
- Gentile, A. M. (2022). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17(1), 3–23. <https://doi.org/10.1080/00336297.1972.10519717>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2022). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 36(2), 212–224. <https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
- Hadjarab, A., & Ahmed, M. (2024). Augmented feedback and technology in sport skill performance. *PMC National Library of Medicine*, 21(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s21020459>
- Heazlewood, I. T. (2022). Prediction of Olympic achievement in athletics based on multivariate analysis. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 2(4), 1–18. <https://doi.org/10.2202/1559-0410.1038>
- Huang, Y., & Yao, Z. (2025). Real-time feedback enhances motor learning and motivation in youth sports. *Frontiers in Psychology*, 16, 1661936. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1661936>
- Kombong, Y., & Purnomo, E. (2023). Pengaruh kecerdasan kinestetik, interpersonal, intrapersonal, dan kepercayaan diri terhadap hasil belajar PJOK. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 19(2), 1–14.
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2022). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-092538>
- Masters, R. S. W., & Poolton, J. M. (2022). Advances in implicit motor learning. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Eds.), *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice* (pp. 59–75). Routledge.
- Mokadem, H., Bayane, K., & El Hage, R. (2025). Application of digital-intelligent technologies in physical education: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 13, 1626603. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1626603>
- Müller, F. J., & Abernethy, B. (2022). Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 175–187. <https://doi.org/10.1080/02701367.2022.10599839>

- Ratu, R., & Arwanda, P. (2024). Media berbasis sensor dalam pembelajaran olahraga: Pengaruh terhadap motivasi dan kepercayaan diri mahasiswa. *PIOR: Jurnal Pendidikan Olahraga*, 3(1), 1–12.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2022). *Motor learning and performance: From principles to application* (6th ed.). Human Kinetics.
- Tan, X., & Cao, J. (2025). VR/AR technology innovation in sports training: Motion capture and multimodal feedback. *International Journal of Physical Activity and Health*, 5(1), 74. <https://doi.org/10.70294/ijpah.v5i1.74>
- Vealey, R. S., & Chase, M. A. (2022). Self-confidence in sport. In T. S. Horn & A. L. Smith (Eds.), *Advances in Sport and Exercise Psychology* (4th ed., pp. 63–82). Human Kinetics.
- Wulf, G., Shea, C., & Lewthwaite, R. (2022). Motor skill learning and performance: A review of influential factors. *Medical Education*, 44(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03421.x>
- Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2022). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(5), 1382–1414. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0999-9>
- Zhang, Y., Chen, L., & Wang, Z. (2025). Digital intelligent technologies in physical education: Transformative dimensions and future directions. *PMC National Library of Medicine*, 13, 1–22. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1626603>