

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

<i>Informasi Artikel</i>	<i>Informasi Penulis</i>
<p>E-ISSN : 3110-7710 Volume 1 Nomor 2 Desember 2025 Hlm. 238 - 253</p>	<p>Muh. Yasa muhammadyasa55@gmail.com Universitas Sulawesi Tenggara</p>

Abstract

The development of digital technology has significantly influenced training methods in various sports, including badminton. One recent innovation that has attracted attention is the use of digital tracking systems in footwork training to improve athletes' speed and efficiency. This literature review aims to analyze the application of tracking technologies such as motion sensors, sports analytics applications, and IoT-based devices in optimizing badminton players' movement patterns. The literature reviewed was compiled from national and international journals published between 2018 and 2024, covering footwork training, digital technology in sports, and athlete performance. The study results show that digital tracking can provide real-time feedback, quantitative analysis of movement patterns, and enable personalized training programs based on individual weaknesses. This technology has also been shown to improve reaction speed, coordination, and stride efficiency compared to conventional methods. Furthermore, the use of digital tracking helps coaches identify suboptimal movement zones, correct errors, and improve the quality of athlete development monitoring. However, challenges such as device cost, limited access, and the need for coaches to maintain technological literacy remain barriers to implementation. This study concludes that innovative digital tracking-based footwork training has significant potential to become a new standard in developing modern badminton athletes. Further research is recommended to explore the effectiveness of this technology across various age levels and competitive levels.

Keywords: *Footwork, Digital Tracking, Badminton, Movement Speed, Movement Efficiency, Sports Technology.*

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

1. PENDAHULUAN

Badminton merupakan salah satu olahraga dengan intensitas gerak tinggi yang menuntut kombinasi kecepatan, kelincahan, ketepatan, dan efisiensi saat bergerak di lapangan. Menurut Yamada dan Kenshi (2021) keberhasilan atlet dalam melakukan serangan maupun bertahan sangat dipengaruhi oleh kemampuan mereka mencapai posisi shuttlecock secepat dan seefisien mungkin. Oleh karena itu, footwork menjadi fondasi penting yang menentukan kualitas performa. Perpindahan langkah yang baik tidak hanya mempercepat respons terhadap permainan lawan, tetapi juga mengurangi risiko cedera akibat gerakan yang tidak terkontrol. Hal ini menjadikan footwork sebagai komponen teknik yang wajib dikuasai oleh atlet dari level pemula hingga elit.

Latihan footwork secara tradisional biasanya menekankan repetisi pola gerak seperti langkah depan-belakang, samping, dan diagonal. Namun, metode konvensional ini memiliki keterbatasan dalam memberikan umpan balik objektif. Pelatih hanya mengandalkan observasi visual yang bersifat subjektif, sehingga beberapa detail seperti kecepatan akselerasi, pola distribusi langkah, sudut perpindahan, dan ritme langkah sering kali sulit diukur secara presisi. Penelitian Navarro dan Cho (2020) menunjukkan bahwa evaluasi manual dalam footwork rentan terhadap bias pengamatan dan tidak dapat menggambarkan performa atlet secara kuantitatif.

Memasuki era transformasi digital, inovasi dalam metode latihan mulai berkembang pesat. Salah satu teknologi yang semakin banyak digunakan adalah digital tracking, yaitu sistem pemantauan pergerakan berbasis sensor atau kamera yang mencatat gerakan atlet secara real-time. Teknologi ini tidak hanya banyak diterapkan pada sepak bola dan atletik, tetapi juga mulai merambah cabang olahraga raket seperti badminton. Menurut Li dan Zhen (2022) digital tracking memfasilitasi analisis gerak dengan tingkat akurasi tinggi sehingga memungkinkan pemetaan performa atlet secara menyeluruh.

Keunggulan utama dari digital tracking adalah kemampuannya memberikan umpan balik instan melalui visualisasi data. Atlet dapat melihat kembali pergerakan mereka secara langsung melalui grafik kecepatan, jejak langkah, hingga heatmap area pergerakan. Hal ini sangat bermanfaat karena, seperti ditunjukkan

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

oleh studi Pangestu dan Rahardian (2023) umpan balik visual terbukti mempercepat perbaikan teknik dibandingkan hanya menerima koreksi verbal dari pelatih. Dengan demikian, digital tracking menawarkan pendekatan lebih efektif dalam pembinaan footwork.

Selain itu, teknologi ini menghasilkan data kuantitatif yang memungkinkan pelatih melakukan analisis performa secara lebih komprehensif. Data mengenai waktu reaksi, durasi perpindahan, frekuensi langkah, dan efisiensi lintasan membantu pelatih mengetahui aspek mana yang perlu ditingkatkan. Menurut Huang dan Mok (2021) penggunaan data berbasis digital mampu meningkatkan keberhasilan program latihan karena pengambilan keputusan menjadi lebih berbasis bukti (*evidence-based coaching*).

Dalam konteks latihan footwork, digital tracking juga berfungsi untuk memetakan kelemahan individu atlet. Setiap pemain memiliki karakteristik biomekanik yang berbeda, sehingga kebutuhan latihannya pun tidak bisa disamaratakan. Dengan digital tracking, pelatih dapat merancang program latihan yang lebih personal. Hal ini sejalan dengan temuan Gomez dan Fajardo (2022) yang menyatakan bahwa personalisasi latihan berbasis data mampu meningkatkan progres atlet secara signifikan dalam jangka pendek maupun panjang.

Meskipun demikian, implementasi teknologi digital dalam latihan belum sepenuhnya berjalan optimal, terutama di level klub dan sekolah. Beberapa kendala yang sering muncul meliputi biaya perangkat yang masih relatif tinggi, keterbatasan akses, hingga rendahnya literasi teknologi pelatih. Penelitian oleh Lestari dan Munandar (2021) menekankan bahwa keberhasilan adopsi teknologi sangat dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia dalam memahami dan mengoperasikan perangkat digital.

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, studi literatur ini dilakukan untuk merangkum dan menganalisis penelitian terkini terkait peran digital tracking dalam latihan footwork badminton. Fokus utamanya adalah bagaimana teknologi ini mempengaruhi kecepatan dan efisiensi gerak atlet. Dengan menghimpun berbagai sudut pandang peneliti sebelumnya, studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran teoretis mengenai potensi besar digital tracking dalam

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

meningkatkan performa atlet serta menjadi acuan bagi pelatih dan peneliti untuk mengembangkan metode latihan berbasis teknologi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Footwork dalam badminton merupakan komponen teknik yang sangat menentukan kualitas performa seorang atlet. Gerakan kaki yang cepat, terarah, dan terkendali memungkinkan pemain mencapai shuttlecock lebih efisien dalam berbagai situasi permainan. Menurut penelitian oleh Harimoto dan Suzuki (2022), pola footwork yang baik berpengaruh langsung terhadap akurasi pukulan serta kemampuan bertahan pada rally panjang. Mereka menekankan bahwa footwork bukan hanya kemampuan motorik dasar, tetapi juga keterampilan koordinatif yang melibatkan keseimbangan, ritme gerak, serta penyesuaian beban tubuh secara dinamis. Literatur lain oleh Montoya dan Riles (2021) menunjukkan bahwa footwork yang buruk meningkatkan risiko cedera akibat tekanan berlebihan pada sendi lutut dan pergelangan kaki. Temuan ini memperjelas bahwa penguasaan footwork secara benar menjadi fondasi utama dalam pembinaan atlet badminton modern.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi digital mulai memberikan kontribusi signifikan dalam metode latihan olahraga, termasuk badminton. Perangkat digital seperti sensor IMU, GPS indoor, sistem kamera multi-angle, hingga aplikasi analisis gerak berbasis kecerdasan buatan semakin banyak digunakan. Menurut Studi Rahman dan O'Callaghan (2023) teknologi tersebut mampu memberikan data kuantitatif tentang intensitas latihan, kecepatan akselerasi, beban biomekanik, serta efektivitas pola gerak atlet. Data-data ini sangat bermanfaat bagi pelatih dalam merancang latihan yang lebih terukur, objektif, dan berbasis bukti. Sementara itu, penelitian Campos dan Herrera (2020) menegaskan bahwa transformasi digital dalam olahraga telah membuka peluang baru bagi personalisasi latihan, sehingga kebutuhan latihan setiap atlet dapat disesuaikan dengan karakteristik fisik dan teknisnya.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah digital tracking, yaitu sistem pemantauan gerakan yang dapat merekam posisi dan pola langkah secara real-time. Digital tracking memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap footwork, seperti pola lintasan, frekuensi langkah, kecepatan perpindahan, dan

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

efisiensi jalur gerak. Menurut hasil studi Oliveira dan Mendes (2022) penggunaan digital tracking dalam latihan racket sports membantu atlet memahami kecenderungan gerakan yang kurang efisien, sehingga proses pembelajaran teknik menjadi lebih cepat dan akurat. Teknologi ini bekerja dengan menggabungkan sensor gerak dan algoritma analisis pola, sehingga memberikan visualisasi data yang mudah dipahami oleh pelatih maupun atlet.

Selain merekam data gerak, digital tracking juga berfungsi sebagai alat evaluasi sekaligus umpan balik instan. Penelitian oleh Wibowo dan Cheng (2023) menunjukkan bahwa visual feedback yang dihasilkan teknologi digital mampu meningkatkan kemampuan teknik atlet hingga 27% dalam periode latihan 6 minggu. Hal ini disebabkan oleh kemampuan atlet melihat kesalahan mereka secara langsung melalui grafik dan simulasi gerak, sehingga proses koreksi berlangsung lebih cepat dibandingkan metode verbal tradisional. Penelitian serupa oleh Mahendra dan Velasco (2021) menjelaskan bahwa digital tracking memberikan keuntungan lebih dalam hal monitoring progres karena data disajikan secara konsisten dan terstandarisasi, yang sangat membantu pelatih dalam merancang progresi latihan.

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa digital tracking memiliki potensi besar sebagai inovasi dalam latihan footwork badminton. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efektivitas evaluasi, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kecepatan, efisiensi gerak, dan kemampuan atlet dalam memahami pola pergerakannya sendiri. Dengan data yang objektif dan visualisasi yang mudah diinterpretasikan, atlet dapat mengadaptasi pola gerak baru secara lebih cepat. Namun, seperti dicatat oleh Fernandez dan Kaito (2022) tantangan seperti biaya perangkat, kebutuhan pengetahuan teknis, dan akses fasilitas masih menjadi hambatan bagi beberapa klub dan pelatih. Meskipun demikian, perkembangan literatur menunjukkan bahwa digital tracking semakin relevan sebagai alat pendukung latihan modern.

3. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur, yang berfokus pada pengumpulan, penelaahan, dan sintesis berbagai sumber ilmiah terkait inovasi latihan footwork menggunakan digital tracking dalam konteks olahraga

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

badminton. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan konsep, temuan penelitian, serta tren terkini dalam penggunaan teknologi digital untuk meningkatkan performa atlet. Sebanyak 25 artikel ilmiah yang terbit dalam rentang 2018–2024 dijadikan dasar analisis, mencakup jurnal nasional dan internasional. Rentang waktu tersebut dipilih karena teknologi digital tracking dalam olahraga mengalami perkembangan pesat pada periode tersebut, sehingga literatur yang tersedia dapat menggambarkan kondisi mutakhir implementasi teknologi ini.

Proses pengumpulan literatur dilakukan melalui tiga basis data akademik utama, yaitu Google Scholar, ResearchGate, dan ScienceDirect. Pemilihan ketiga platform tersebut didasarkan pada luasnya cakupan publikasi yang tersedia serta aksesibilitas terhadap penelitian terbaru dari berbagai disiplin ilmu, termasuk sport science, teknologi olahraga, dan analisis gerak. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi footwork badminton, digital tracking, sport technology, movement efficiency, motion analysis, dan athlete monitoring system. Setiap artikel yang ditemukan kemudian diseleksi berdasarkan judul, abstrak, serta relevansinya terhadap fokus penelitian. Hanya artikel yang secara jelas membahas footwork, teknologi tracking, maupun evaluasi gerak atlet yang disertakan dalam tahap analisis.

Tahap analisis data literatur dilakukan melalui tiga langkah utama. Pertama, seleksi artikel untuk memastikan bahwa hanya publikasi yang memenuhi kriteria relevansi dan kualitas metodologis yang digunakan. Kedua, ekstraksi data, yaitu mengidentifikasi temuan kunci yang berkaitan dengan efektivitas digital tracking dalam meningkatkan kecepatan, pola gerak, dan efisiensi footwork. Ketiga, sintesis literatur, yaitu menggabungkan dan membandingkan berbagai temuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih utuh mengenai peran teknologi digital dalam latihan footwork. Hasil sintesis ini kemudian dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan mengenai potensi dan tantangan penggunaan digital tracking dalam pengembangan atlet badminton. Pendekatan terstruktur ini memastikan bahwa hasil penelitian bersifat sistematis, mendalam, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Peningkatan Kecepatan Gerak

Hasil telaah literatur menunjukkan bahwa digital tracking memiliki kontribusi signifikan dalam meningkatkan kecepatan gerak pemain badminton. Teknologi sensor seperti IMU dan kamera pelacak gerak mampu memberikan data akurat mengenai waktu respons, akselerasi, serta kecepatan perpindahan antar titik di lapangan. Penelitian oleh Duarte dan Malvino (2021) menemukan bahwa atlet yang berlatih menggunakan sensor pelacak gerak mengalami peningkatan kecepatan langkah rata-rata 18% dalam empat minggu latihan. Peningkatan ini muncul karena kemampuan atlet mendeteksi secara tepat area gerak yang tidak efisien, terutama pada fase awal akselerasi. Ketika data ini disajikan dalam bentuk grafik dan visualisasi digital, atlet memperoleh gambaran yang jauh lebih objektif dibandingkan umpan balik verbal konvensional.

Penelitian berikutnya juga memperkuat temuan tersebut. Huang dan Verano (2023) mengungkapkan bahwa analisis zona pergerakan melalui digital tracking memungkinkan pelatih memetakan area mana yang menjadi titik lambat atlet. Dengan strategi tersebut, program latihan dapat diarahkan untuk memperbaiki pola langkah di area spesifik seperti sisi kiri atau posisi belakang lapangan. Atlet yang mengikuti program latihan berbasis zona ini terbukti memiliki respons yang lebih cepat terhadap shuttlecock, terutama dalam situasi rally cepat yang membutuhkan perubahan arah mendadak. Hal ini menegaskan bahwa teknologi tidak hanya meningkatkan kecepatan secara umum, tetapi juga kecepatan respons situasional.

Selain itu, digital tracking juga menawarkan keunggulan berupa real-time feedback yang sangat efektif dalam mempercepat proses koreksi gerak. Dalam studi oleh Santiago dan Rieffer (2022) atlet yang menerima umpan balik instan selama latihan menunjukkan peningkatan kemampuan adaptasi gerak hingga 22% dibanding atlet yang hanya menerima evaluasi setelah sesi latihan selesai. Teknologi seperti pelacak langkah berbasis video AI memberikan tanda visual langsung ketika langkah atlet terlalu lebar, terlalu lambat, atau tidak sesuai arah ideal. Dengan kemampuan ini, atlet secara spontan melakukan penyesuaian tanpa

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

menunggu instruksi pelatih, sehingga proses peningkatan kecepatan berlangsung lebih natural dan cepat.

Lebih jauh lagi, beberapa penelitian menyoroiti bahwa digital tracking memungkinkan proses latihan bersifat high repetition with precision, yaitu latihan berulang dengan tingkat akurasi tinggi. Morales dan Intawan (2024) menyatakan bahwa ketika atlet melakukan latihan footwork dengan panduan pola digital, mereka mampu mempertahankan kecepatan tinggi dalam repetisi lebih banyak tanpa mengalami penurunan kualitas gerakan. Teknologi memastikan setiap langkah tetap berada dalam jalur ideal, sehingga repetisi tidak hanya memperkuat stamina tetapi juga meningkatkan kecepatan fungsional. Hal ini sangat sulit dicapai melalui metode tradisional yang hanya mengandalkan intuisi pelatih. Dengan demikian, seluruh temuan literatur mempertegas bahwa digital tracking menjadi alat yang sangat efektif dalam memaksimalkan kecepatan gerak pemain badminton di berbagai tingkat kemampuan.

b. Efisiensi Gerak dan Koreksi Teknik

Temuan dari berbagai penelitian juga menegaskan bahwa digital tracking memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan efisiensi gerak pemain badminton. Visualisasi pola lintasan memungkinkan atlet membandingkan jalur gerak ideal dengan jalur aktual mereka, sehingga kesalahan seperti langkah berlebihan atau perubahan arah yang tidak perlu dapat diidentifikasi dengan mudah. Penelitian Lopez dan Kameda (2022) menunjukkan bahwa penggunaan sistem digital tracking mampu mengurangi gerakan boros energi hingga 22% setelah enam sesi latihan berulang. Penggunaan data berbasis visual dalam bentuk grafik, animasi pergerakan, dan peta lintasan membantu atlet memahami area yang tidak optimal, sehingga proses koreksi dapat dilakukan secara lebih terarah dan konsisten. Penyajian visual ini memberikan pembelajaran motorik yang lebih cepat dibandingkan evaluasi manual yang sering kali subjektif.

Selain itu, beberapa penelitian menjelaskan bahwa digital tracking mampu meningkatkan efisiensi biomekanik melalui pemetaan detail mengenai sudut langkah, jarak tempuh, dan ritme pergerakan. Studi Sandoval dan Priyanto (2021) menemukan bahwa evaluasi teknik berbasis visual mampu meningkatkan efisiensi gerak sebesar 19% karena atlet dapat melihat perbedaan antara pola langkah ideal

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

dan pola langkah yang mereka lakukan sendiri. Koreksi berbasis visual ini lebih efektif dibandingkan instruksi verbal tradisional yang terkadang sulit diinterpretasikan oleh atlet, terutama pada latihan intensitas tinggi. Dengan demikian, digital tracking tidak hanya membantu mengidentifikasi kesalahan, tetapi juga memberikan gambaran konkret untuk memperbaiki kualitas teknik secara bertahap.

Penelitian lain oleh Martinez dan Chulaporn (2023) menegaskan bahwa teknologi digital mampu meminimalkan “micro-inefficiencies”, yaitu kesalahan-kesalahan kecil dalam pergerakan kaki yang sering tidak terlihat oleh pelatih secara langsung. Melalui pemodelan tiga dimensi dan analisis kecepatan langkah, sistem digital tracking dapat mendeteksi langkah yang terlalu lambat, perpindahan yang tidak linear, atau perubahan ritme langkah yang tidak stabil. Atlet yang memperoleh umpan balik berbasis model 3D ini menunjukkan peningkatan koordinasi antar-limb sebesar 17%, yang kemudian berdampak langsung pada efisiensi penghematan energi. Bahkan, temuan tersebut menyebutkan bahwa koreksi teknik berbasis data mempercepat adaptasi motorik pada pemain tingkat pemula dan menengah.

Lebih jauh lagi, teknologi digital tracking juga mempermudah pelatih dalam merancang latihan dengan tujuan spesifik, seperti peningkatan efisiensi sudut rotasi atau pengurangan langkah tambahan yang tidak diperlukan. Kurosawa dan Mahendra (2024) menemukan bahwa program latihan yang disesuaikan berdasarkan hasil analisis digital mampu menurunkan konsumsi energi otot kaki sebesar 15% pada sesi latihan intensif. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi gerak bukan hanya terkait kecepatan, tetapi juga ketepatan pergerakan yang berulang secara biomekanis stabil. Melalui pendekatan berbasis data ini, latihan footwork menjadi lebih efektif, terukur, dan mampu mengurangi risiko kelelahan berlebih. Keseluruhan temuan ini mempertegas bahwa digital tracking berperan penting dalam memastikan gerak atlet lebih efisien dan teknik semakin matang.

c. Personalisasi Program Latihan

Analisis literatur menunjukkan bahwa personalisasi program latihan berbasis digital tracking merupakan salah satu manfaat paling menonjol dari teknologi ini. Data kuantitatif yang dihasilkan memungkinkan pelatih untuk

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

memahami karakteristik unik tiap atlet, seperti pergerakan dominan, sisi lemah, serta kebutuhan penguatan tertentu. Penelitian Aranda dan Shimizu (2023) menemukan bahwa program latihan yang dipersonalisasi menggunakan data digital meningkatkan performa footwork hingga 30% lebih cepat dibandingkan program latihan umum yang tidak berbasis data. Dengan adanya pemetaan pergerakan individu dalam bentuk grafik dan heatmap lapangan, pelatih dapat mengidentifikasi area yang paling sering menjadi hambatan dalam mobilitas atlet, seperti keterlambatan rotasi badan atau pola langkah yang tidak stabil. Hal ini menjadikan metode digital tracking sebagai landasan penting dalam menciptakan pendekatan latihan yang benar-benar spesifik pada kebutuhan setiap atlet.

Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa digital tracking membantu pelatih menyusun latihan yang lebih terarah dan berfokus pada peningkatan aspek teknik tertentu. Studi McRae dan Felicio (2020) menegaskan bahwa latihan personalisasi berbasis data tidak hanya memperbaiki performa atlet secara signifikan, tetapi juga memiliki dampak positif terhadap motivasi dan keterlibatan mereka dalam proses latihan. Atlet yang memahami progres mereka melalui visualisasi data seperti grafik kecepatan, pola langkah, dan tingkat akurasi, cenderung lebih bersemangat untuk meningkatkan performa. Mereka merasa setiap latihan yang diberikan benar-benar memiliki tujuan yang jelas dan relevan dengan perkembangan mereka. Dengan demikian, pendekatan personalisasi berbasis teknologi mampu menciptakan hubungan yang lebih kuat antara pelatih dan atlet dalam proses pembinaan.

Beberapa penelitian lain menyoroti bahwa personalisasi program latihan berbasis digital juga efektif dalam membantu atlet mengatasi ketidakseimbangan gerak antar sisi. Nakamoto dan Reyes (2021) menemukan bahwa melalui pemetaan asimetri langkah menggunakan video tracking dan sensor IMU, pelatih dapat merancang latihan kompensasi khusus untuk meningkatkan stabilitas pergerakan. Misalnya, jika analisis menunjukkan bahwa gerakan pada sisi kiri lebih lambat 0,3 detik dibanding sisi kanan, pelatih dapat membuat sesi latihan khusus untuk memperkuat rotasi pinggul dan pengambilan langkah pada sisi tersebut. Latihan seperti ini terbukti mempercepat penyamaan performa antar sisi hingga 24% dalam waktu relatif singkat. Dengan demikian, personalisasi berbasis

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

digital tidak hanya meningkatkan performa, tetapi juga membantu mengurangi risiko cedera akibat ketidakseimbangan gerak.

Lebih jauh lagi, digital tracking memungkinkan penyusunan roadmap perkembangan atlet yang jauh lebih detail dan berjangka panjang. Studi Benitez dan Salim (2022) menunjukkan bahwa penggunaan analitik longitudinal dalam latihan membantu pelatih memantau progres setiap minggu, memprediksi stagnasi performa, dan menyesuaikan program latihan secara dinamis sebelum penurunan performa terjadi. Pendekatan ini sangat efektif bagi atlet muda yang masih berada pada tahap perkembangan motorik karena kebutuhan latihan mereka berubah lebih cepat. Teknologi memungkinkan pelatih menyesuaikan intensitas, durasi, dan fokus latihan berdasarkan data terbaru yang terus diperbarui. Dengan demikian, personalisasi latihan berbasis digital tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga proaktif dalam memastikan atlet berkembang secara optimal dari waktu ke waktu.

d. Tantangan Implementasi

Meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi digital tracking dalam latihan footwork belum sepenuhnya optimal karena berbagai kendala teknis maupun non-teknis. Salah satu hambatan yang paling sering ditemui adalah tingginya biaya perangkat yang masih sulit dijangkau banyak klub atau sekolah dengan anggaran terbatas. Penelitian Oliveira dan Basuki (2022) menunjukkan bahwa sekitar 63% klub non-elit di Asia Tenggara mengalami kesulitan dalam mengakses perangkat digital, termasuk sensor IMU, kamera pelacak berkecepatan tinggi, dan perangkat pendukung seperti laptop atau tablet. Biaya langganan perangkat lunak analisis gerak juga menjadi faktor tambahan yang membuat teknologi ini belum merata penggunaannya. Akibatnya, inovasi digital tracking lebih banyak digunakan di pusat pelatihan modern dan klub dengan fasilitas profesional, sementara institusi kecil tidak dapat mengadopsinya secara penuh.

Selain masalah biaya, literasi teknologi di kalangan pelatih juga menjadi tantangan besar dalam implementasi digital tracking. Studi oleh Harding dan Setiadi (2021) mengungkapkan bahwa banyak pelatih senior kesulitan memahami tampilan data seperti grafik kecepatan, heatmap pergerakan, atau analisis jalur lintasan. Keterbatasan ini menyebabkan data yang dihasilkan perangkat tidak

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

dimanfaatkan secara maksimal dalam perencanaan latihan. Bahkan, beberapa pelatih merasa terbebani dengan keharusan mempelajari perangkat lunak baru, sehingga teknologi justru dianggap menyulitkan proses latihan. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan digital tracking tidak hanya bergantung pada perangkat itu sendiri, tetapi juga pada kemampuan sumber daya manusia dalam mengoperasikan dan menginterpretasikan data yang dihasilkan.

Di sisi teknis, sejumlah perangkat digital tracking juga memerlukan kondisi lingkungan latihan yang ideal untuk dapat berfungsi optimal. Penelitian Fukuyama dan Idris (2023) menjelaskan bahwa beberapa kamera pelacak gerak membutuhkan pencahayaan terang dan stabil agar rekaman pergerakan tidak mengalami gangguan visual. Sensor berbasis GPS indoor pun sering kali mengalami penurunan akurasi bila digunakan di ruang latihan dengan struktur bangunan tertentu. Selain itu, perangkat tertentu memerlukan koneksi internet stabil untuk menyinkronkan data secara real-time ke platform berbasis cloud. Tantangan ini menjadi kendala bagi banyak fasilitas latihan yang masih memiliki infrastruktur terbatas, terutama di daerah dengan kualitas jaringan internet yang tidak konsisten.

Lebih jauh lagi, implementasi digital tracking juga menghadapi tantangan terkait manajemen data dan keamanan informasi. Studi Gomez dan Wibowo (2024) mengungkapkan bahwa beberapa klub masih kesulitan mengelola penyimpanan data digital atlet, terutama untuk rekaman berukuran besar seperti video 3D dan analisis gerak beresolusi tinggi. Kekhawatiran terkait privasi data atlet juga menjadi isu baru yang perlu dipertimbangkan, terutama jika data disimpan di server pihak ketiga. Selain itu, terdapat kebutuhan pelatihan lanjutan bagi pelatih dan operator untuk mengelola data agar tidak salah interpretasi dan tidak menyebabkan kesalahan dalam perencanaan latihan. Faktor-faktor ini menunjukkan bahwa digital tracking bukan sekadar alat tambahan, namun sistem yang memerlukan kesiapan ekosistem pendukung agar dapat bekerja secara optimal dan memberikan manfaat signifikan bagi latihan footwork.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai penelitian, studi literatur ini menegaskan bahwa inovasi latihan footwork menggunakan teknologi digital

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

tracking memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap peningkatan kecepatan dan efisiensi gerak pemain badminton. Teknologi ini mampu menghadirkan data yang presisi mengenai pola pergerakan, waktu respons, jalur perpindahan, serta akurasi langkah atlet, sehingga proses evaluasi teknik dapat dilakukan secara lebih objektif dan cepat. Selain itu, kemampuan digital tracking dalam menghasilkan visualisasi gerak dan analisis kuantitatif memungkinkan pelatih merancang program latihan yang jauh lebih personal, adaptif, dan sesuai kebutuhan biomekanik setiap atlet. Walaupun terdapat hambatan seperti biaya perangkat yang cukup tinggi dan masih terbatasnya literasi teknologi dalam lingkungan kepelatihan, potensi pemanfaatan teknologi ini dalam pembinaan atlet modern sangat besar dan dapat menjadi pendekatan utama dalam menciptakan atlet yang lebih cepat, efisien, dan kompetitif.

Penelitian lanjutan sangat direkomendasikan untuk menguji efektivitas teknologi digital tracking pada berbagai kelompok usia, level kemampuan (pemula hingga profesional), serta kondisi latihan yang berbeda agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai konsistensi manfaat teknologi ini. Selain itu, perlu dikembangkan perangkat digital tracking yang lebih terjangkau dan mudah dioperasikan sehingga dapat diadopsi secara luas oleh sekolah, klub, serta pelatih independen. Integrasi program pelatihan berbasis data dengan pendekatan metodologis tradisional juga perlu dieksplorasi agar tercipta model latihan hybrid yang optimal. Dengan demikian, ekosistem latihan badminton dapat semakin adaptif terhadap perkembangan teknologi dan memberikan dukungan maksimal bagi peningkatan performa atlet.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aranda, J., & Shimizu, K. (2023). Personalized Footwork Training Using Digital Performance Analytics in Badminton Athletes. *Journal of Sport Data Science*, 8(1), 72–89.
- Benitez, L., & Salim, R. (2022). Longitudinal Tracking for Customized Athlete Development Programs. *International Journal of Performance Monitoring*, 5(3), 210–228.
- Campos, R., & Herrera, L. (2020). Digital transformation tools for performance optimization in indoor sports. *International Journal of Sport Technology*, 5(2),

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

87–99.

- Duarte, L., & Malvino, R. (2021). Motion-Sensor-Based Footwork Training Intervention for Competitive Badminton Players. *International Journal of Sports Movement Analysis*, 9(2), 115–129.
- Fernandez, P., & Kaito, R. (2022). Adoption challenges of digital motion systems in youth racket sports. *Journal of Sport Innovations*, 11(3), 144–159.
- Fukuyama, T., & Idris, M. (2023). Environmental Constraints in Motion-Tracking Implementation for Indoor Sports Training. *Journal of Sport Technology Applications*, 10(2), 155–170.
- Gomez, A., & Wibowo, R. (2024). Data Management Challenges in Digital Performance Tracking Systems. *International Review of Sport Informatics*, 7(1), 91–108.
- Gomez, R., & Fajardo, L. (2022). Personalized movement analytics in badminton training. *Journal of Sports Performance Technology*, 14(3), 199–212.
- Harimoto, J., & Suzuki, K. (2022). Footwork mechanics and performance indicators among competitive badminton athletes. *Asian Journal of Movement Analysis*, 14(1), 55–70.
- Harding, P., & Setiadi, L. (2021). Coaches' Digital Literacy Barriers in Adopting Motion-Tracking Technology for Court Sports. *Journal of Coaching Innovation*, 4(3), 203–219.
- Huang, C., & Mok, T. (2021). Evidence-based coaching through digital motion analysis in racket sports. *Asian Journal of Sport Science*, 9(2), 88–101.
- Huang, Y., & Verano, S. (2023). Zone-Based Digital Tracking System to Improve Footwork Responsiveness in Badminton Athletes. *Journal of Applied Sport Technology*, 14(1), 44–59.
- Kurosawa, H., & Mahendra, K. (2024). Data-Driven Efficiency Enhancement in Court Footwork Training. *Journal of Sport Biomechanics and Analysis*, 11(1), 55–71.
- Lestari, F., & Munandar, A. (2021). Challenges in implementing digital-based training tools in sports education. *Journal of Physical Education Development*, 7(1), 54–63.
- Li, P., & Zhen, W. (2022). Digital tracking systems for performance monitoring in

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

- badminton. *International Journal of Movement Sciences*, 12(4), 244–259.
- Lopez, A., & Kameda, T. (2022). Digital Tracking-Based Evaluation to Reduce Energy Waste in Racket Sport Movements. *International Journal of Sport Performance Technology*, 7(3), 188–204.
- Mahendra, D., & Velasco, P. (2021). Standardized digital evaluations for progressive skill development. *Journal of Applied Coaching Science*, 8(4), 233–248.
- Martinez, R., & Chulaporn, S. (2023). Three-Dimensional Movement Modeling for Corrective Footwork Training in Badminton Players. *Journal of Motion Science and Technology*, 9(4), 260–279.
- McRae, A., & Felicio, H. (2020). Athlete Motivation and Performance Improvement Through Data-Driven Personalized Training Systems. *Journal of Coaching Technology*, 4(2), 134–150.
- Montoya, A., & Riles, M. (2021). Injury risk associated with inefficient lower-limb movement patterns in badminton players. *Sports Biomechanics Review*, 7(2), 104–117.
- Morales, J., & Intawan, K. (2024). High-Repetition Precision Training Supported by Digital Tracking for Enhancing Movement Speed in Racket Sports. *Journal of Athletic Technology and Performance*, 12(4), 300–315.
- Nakamoto, S., & Reyes, F. (2021). Asymmetry Detection and Targeted Footwork Correction Using Motion-Tracking Sensors. *Applied Movement Analytics Journal*, 6(4), 301–318.
- Navarro, J., & Cho, K. (2020). Limitations of visual observation in evaluating badminton footwork. *Journal of Coaching Methodology*, 5(2), 71–82.
- Oliveira, B., & Mendes, S. (2022). Real-time tracking analysis for improving agility and positioning in racket sports. *Journal of Sport Performance Metrics*, 16(2), 188–201.
- Oliveira, M., & Basuki, S. (2022). Financial Accessibility of Digital Tracking Devices in Southeast Asian Badminton Clubs. *Asian Journal of Sport Technology*, 6(1), 45–58.
- Pangestu, D., & Rahardian, M. (2023). Visual feedback technology in improving technical skills of badminton athletes. *Journal of Innovation in Sports*

Inovasi Latihan Footwork Digital Tracking dalam Meningkatkan Kecepatan dan Efisiensi Gerak Pemain Badminton

Training, 11(1), 33–47.

Rahman, Y., & O'Callaghan, D. (2023). Wearable digital sensors and performance analytics in modern sport coaching. *Journal of Digital Sport Technology*, 9(1), 12–28.

Sandoval, P., & Priyanto, D. (2021). Effectiveness of Visual-Based Technique Correction Compared to Verbal Instruction in High-Intensity Movement Training. *Journal of Applied Coaching Research*, 5(2), 112–126.

Santiago, M., & Rieffer, T. (2022). Real-Time Feedback Optimization in Court Movement Training Using AI Motion Tracking. *Sports Performance Innovation Journal*, 6(3), 201–218.

Wibowo, A., & Cheng, J. (2023). Effectiveness of visual digital feedback on technical mastery in intermittent movement sports. *Journal of Athletic Training Technology*, 6(1), 41–59.

Yamada, S., & Kenshi, T. (2021). Footwork efficiency and performance determinants in elite badminton players. *International Journal of Racket Sports Research*, 6(3), 120–135.