



Pengembangan Instrumen *Footwork* pada Olahraga Tenis Meja (Ryu Seung Mon) Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Suhermon¹, Ferri Hendryanto², Tofikin³, Bayu Putro⁴, Rayhan⁵

Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Rokania, Riau, Indonesia^{1,2,3,4}

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Rokania, Riau, Indonesia⁵

E-mail: suhermon97@gmail.com¹, hendryantoferri1990@gmail.com², tofikinkin86@gmail.com³, bayuputroputro53@gmail.com⁴, rayhan355567@gmail.com⁵

ABSTRAK

Footwork merupakan komponen penting dalam performa atlet tenis meja, namun pengukuran dan pelatihannya masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan objektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *footwork* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pendekatan Ryu Seung Mon guna meningkatkan akurasi, efektivitas, dan efisiensi pelatihan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Borg & Gall yang telah disederhanakan menjadi beberapa tahapan, yaitu: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi, dan uji coba terbatas. Samepl uji coba kelompok kecil 25 orang dan kelompok besar 40 orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen *footwork* berbasis IoT ini mampu merekam gerakan atlet secara real-time, memberikan umpan balik langsung, serta menganalisis kecepatan dan ketepatan gerakan berdasarkan pola *footwork* Ryu Seung Mon. Validasi oleh ahli materi pertama sebesar (86,33%), ahli materi kedua sebesar (88,75%) dan ahli media pertama (91,66%), ahli media pertama (90,25%) serta teknologi menunjukkan bahwa produk ini layak digunakan dalam pelatihan tenis meja. Signifikansi hasil ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam pelatihan olahraga dapat meningkatkan kualitas pembinaan secara kuantitatif dan objektif. Kesimpulannya, instrumen ini efektif sebagai alat bantu alat ukur *footwork* dan dapat menjadi inovasi teknologi dalam pengembangan performa atlet tenis meja. Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada potensi rendahnya validitas eksternal dan reliabilitas jangka panjang instrumen karena ketergantungan pada stabilitas perangkat IoT.

Kata Kunci: *footwork*, instrumen, IoT, pengembangan, tenis meja

ABSTRACT

Footwork is a crucial component of table tennis athletes' performance; however, its measurement and training are still conducted manually, making them less efficient and less objective. This study aims to develop a *footwork* instrument based on the *Internet of Things* (IoT) using the Ryu Seung Mon approach to improve the accuracy, effectiveness, and efficiency of training. The research employed a *Research and Development* (R&D) method using the Borg & Gall development model, which was simplified into several stages: identifying potential and problems, data collection, product design, design validation, revision, and limited trials. The small-group trial involved 25 participants, while the large-group trial involved 40 participants. The results indicate that the IoT-based *footwork* instrument is capable of recording

athletes' movements in real time, providing immediate feedback, and analyzing movement speed and accuracy based on the Ryu Seung Mon footwork pattern. Validation results showed that the first material expert rated the product at 86.33%, the second material expert at 88.75%, the first media expert at 91.66%, the second media expert at 90.25%, and the technology expert also indicated that the product is feasible for use in table tennis training. The significance of these findings demonstrates that the integration of IoT in sports training can quantitatively and objectively enhance the quality of coaching. In conclusion, this instrument is effective as a footwork measurement tool and represents a technological innovation in improving table tennis athletes' performance. The primary limitation of this study lies in the potential low external validity and long-term reliability of the instrument due to its dependence on the stability of IoT devices.

Keywords: *development, footwork, instrument, IoT, table tennis*



This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. ©2021 by the author

PENDAHULUAN

Adanya teknologi masuk pada olahraga maka prestasi olahraga Indonesia akan dapat maju. Pada saat teknologi tinggi telah digunakan secara luas dalam bidang olahraga, tenis meja justru masih cenderung bertahan pada pola latihan konfrontasi tradisional. Kondisi ini tidak mendukung peningkatan kualitas tenis meja, serta belum mampu membentuk sistem pembelajaran dan pelatihan tenis meja yang efektif dan berkelanjutan (Cui & Zhou, 2022). Saat ini tidak bisa dipungkiri teknologi sudah menjadi alat nomor satu yang sangat dibutuhkan manusia untuk mencapai tujuannya termasuk dalam dunia olahraga. Philip Omoregie telah menulis sebuah artikel penelitian yang mengkaji berbagai cara perubahan teknologi memengaruhi performa dalam bidang olahraga (Arbaoui et al., 2025).

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) adalah suatu gejala yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi berjalan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Salah satu teknologi terbaru yaitu *Internet of Things* (IoT). Dengan persaingan dunia yang sangat ketat ke depannya, maka pentingnya kita sebagai akademisi sebagai salah satu pilar untuk mewujudkan Asta Cita yang telah dirumuskan dan pada akhirnya mencapai Indonesia Emas 2045. Penelitian ini sejalan pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke 9 yaitu Inovasi. Penelitian ini sangat penting karena dalam penelitian sebelumnya masih belum menggunakan teknologi IoT di instrument *footworknya* dan masih banyak

mengalami kesalahan dan kekurangan. Oleh sebab itu dilakukan penelitian ini untuk memperbaiki dari permasalahan sebelumnya.

Tenis meja merupakan cabang olahraga permainan bola yang sangat cepat. Oleh karena itu, untuk dapat berlatih dan bertanding dengan baik, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik olahraga tenis meja serta berbagai faktor yang menentukan keberhasilannya (Suhermon et al., 2023). Permainan ini sering kali melibatkan gerakan pukulan forehand dan backhand berirama cepat yang dilakukan secara berulang, serta dikombinasikan dengan berbagai variasi gerak kaki, seperti satu langkah, tanpa langkah, pivot, langkah menyamping, dan langkah silang (Lam et al., 2018). Performa atlet dalam olahraga tenis meja sangat dipengaruhi oleh kualitas *footwork*, yaitu kemampuan berpindah posisi secara cepat dan tepat untuk merespons. Olahraga tenis meja mencakup unsur teknik dan gerak kaki (*footwork*) yang saling berkaitan erat serta tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Meskipun demikian, pelatihan *footwork* di level pelajar dan profesional masih banyak bergantung pada pengamatan manual pelatih, yang cenderung subjektif dan kurang akurat dalam mengukur parameter performa seperti waktu reaksi, arah gerak, dan ketepatan posisi. Seiring dengan kemajuan teknologi, khususnya *Internet of Things* (IoT), peluang untuk mengintegrasikan dalam proses pelatihan olahraga semakin terbuka.

Penerapan *Internet of Things* (IoT) mampu mewujudkan keterhubungan antara manusia dengan benda, serta antar benda itu sendiri, sehingga *Internet of Things* juga disebut sebagai tren baru dalam industri informasi (Z. Zhang, 2022). Namun, penelitian terkait penggunaan instrumen berbasis IoT dalam konteks *footwork* tenis meja masih sangat terbatas. Penelitian terdahulu lebih banyak difokuskan pada analisis pukulan (*stroke*) atau pelacakan bola, sementara *footwork* sebagai fondasi pergerakan masih kurang mendapatkan perhatian dalam pengembangan instrumen berbasis teknologi. Namun demikian, bagi atlet tenis meja, metode latihan tradisional masih relatif bersifat tunggal dan kurang memiliki ketepatan sasaran, sehingga belum mampu meningkatkan kemampuan teknik tenis meja secara ilmiah dan efisien (Ma, 2020).

Keunggulan dari sebelumnya (konvensional) adalah instrumen ini lebih akurat dan menarik serta hasil tes yang didapat langsung keluar di HP dengan cepat

berdasarkan kategorinya serta lebih efisien. Urgensi dari penelitian ini terletak pada kebutuhan akan instrumen pelatihan yang objektif, akurat, dan berbasis data real-time, yang dapat membantu pelatih dan atlet mengukur serta mengevaluasi performa *footwork* secara terukur dan berkelanjutan. Novelty/Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada instrumen *footwork* berbasis IoT. Instrumen ini di bantu perangkat HP yang sudah dikoneksikan internet. Atlet dan pelatih tenis meja dalam melihat kemampuan *footwork*nya sudah tidak manual lagi mendapatkan datanya, ketika testee melakukan tes dan selesai maka data langsung keluar di HP apakah *footwork*nya baik sekali, baik, sedang, kurang atau kurang sekali. Selain itu instrumen *footwork* berbasis IoT merupakan inovasi dan teknologi yang terbaru untuk kemajuan olahraga tenis meja. Oleh karena itu, diperlukan penyusunan program latihan yang sistematis untuk meningkatkan efisiensi gerak kaki, sehingga potensi bawaan atlet tenis meja usia muda dapat dimaksimalkan serta prestasi dan keterampilan mereka dalam pertandingan dapat ditingkatkan (Tuan & Dinh, 2022).

Dari sisi kebaruan, penelitian ini menawarkan pengembangan instrumen berbasis IoT yang secara khusus dirancang untuk menganalisis *footwork* Ryu Seung Mon dalam konteks tenis meja. Oleh karena itu, analisis terhadap kemampuan teknis dan taktis dalam olahraga tenis meja yang didasarkan pada *Internet of Things* (IoT) yang aman serta jaringan saraf BP (Backpropagation Neural Network) memiliki signifikansi praktis yang tinggi (D. Zhang, 2022). Penelitian ini juga berkontribusi pada pengayaan metodologi pelatihan olahraga dengan pendekatan yang adaptif dan presisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *footwork* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi dan merekam pola gerak *footwork* dalam tenis meja secara real-time. Menganalisis kualitas gerakan berdasarkan pola Ryu Seung Mon, termasuk kecepatan, arah, dan ketepatan dan menyediakan umpan balik kuantitatif dan visual kepada atlet dan pelatih untuk meningkatkan efektivitas pelatihan *footwork* secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikategorikan termasuk dalam penelitian dan pengembangan atau Research and Development. Metode penelitian pengembangan menjadi sarana untuk melahirkan inovasi-inovasi baru dengan melahirkan produk-produk baru yang mampu menjawab setiap permasalahan, termasuk dalam olahraga (16).

lagi ke sentral, dari titik sental ke titik C kembali lagi ke sental, dari titik sental ke titik D kembali lagi ke sental, dari titik sental ke titik E kembali lagi ke sental, dari titik sental ke titik F kembali lagi ke sental, dari titik sental ke titik G kembali lagi ke sental, dari titik sental ke titik I kembali lagi ke sental. Penilaian : Skor yang dicatat adalah berapa waktu yang ditempuh dalam melakukan gerakan *footwork* ke sembilan titik yang telah ditentukan.

Tabel 1. Norma Penilaian *Footwork* (Ryu Seung Mon)

Nilai (Detik)	Kategori
< 23.31	Sangat Baik
23.32 - 25.43	Baik
25.44 - 27.55	Sedang
27.56 - 29.67	Kurang
>29.68	Kurang Sekali



Gambar 2. Tampilan Aplikasi Ryu Seung Mon Berbasis IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

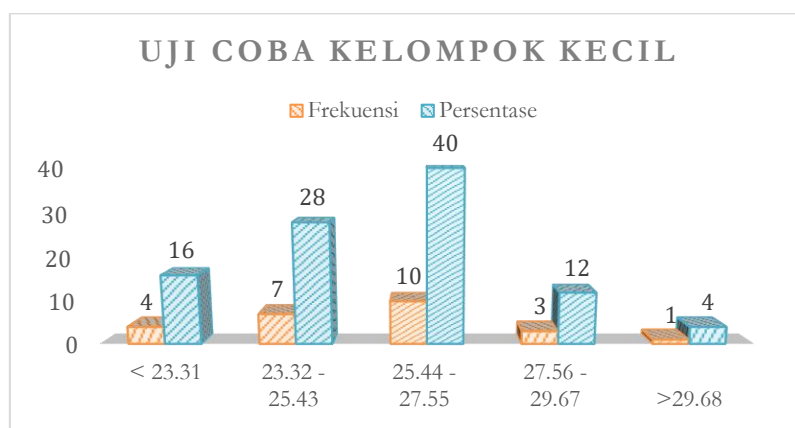
HASIL

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah instrumen berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengukur kemampuan *footwork* atlet tenis meja. Hasil validasi secara konstruk mendapatkan nilai 0,95 dan reliabilitas 0,90. Sedangkan secara

validitas isi dari ahli media 91,66 % dan ahli materi 83,33 %. Uji validitas dan reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen ini valid dan reliabel untuk digunakan dalam konteks alat ukur *footwork* atlet tenis meja. adapun hasil dalam uji coba kelompok kecil sebanyak 25 atlet tenis meja sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Nilai (Detik)	Frekuensi	Persentase	Kategori
1	< 23.31	4	16	Sangat Baik
2	23.32 - 25.43	7	28	Baik
3	25.44 - 27.55	10	40	Sedang
4	27.56 - 29.67	3	12	Kurang
5	>29.68	1	4	Kurang Sekali
Total		25	100%	

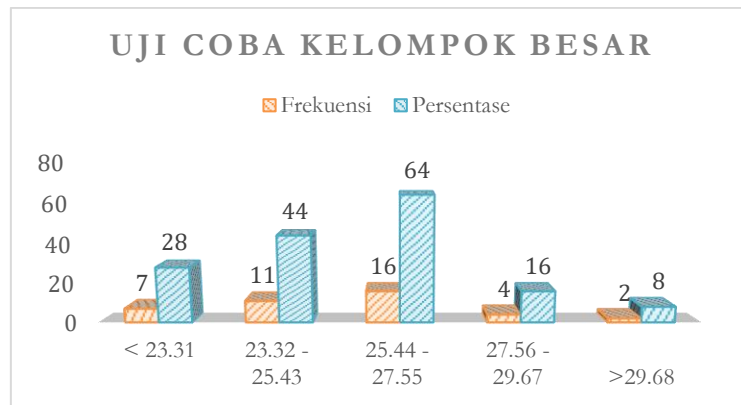


Gambar 3. Histogram Uji Coba Kelompok Kecil

Adapun hasil uji coba kelompok besar dengan jumlah atlet 40 orang sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Coba Kelompok Besar

No	Nilai (Detik)	Frekuensi	Persentase	Kategori
1	< 23.31	7	28	Sangat Baik
2	23.32 - 25.43	11	44	Baik
3	25.44 - 27.55	16	64	Sedang
4	27.56 - 29.67	4	16	Kurang
5	>29.68	2	8	Kurang Sekali
Total		40	100%	



Gambar 4. Histogram Uji Coba Kelompok Besar

Adapun temuan ilmiah yang didapat sebagai berikut:

1. Validitas dan reliabilitas instrumen menunjukkan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk digunakan dalam konteks pelatihan. Uji validitas isi melibatkan ahli kepelatihan tenis meja dan teknologi olahraga. Hasil analisis validitas menggunakan Aiken's V mencapai nilai $\geq 0,85$, yang menunjukkan bahwa instrumen ini sangat relevan dan layak digunakan. Sementara uji reliabilitas menghasilkan nilai koefisien Cronbach's Alpha $\geq 0,80$, menandakan konsistensi pengukuran yang tinggi.
2. Penggunaan pendekatan berbasis IoT pada pelatihan olahraga terbukti mendukung pendekatan sport science modern. Dengan mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pelatihan, atlet dan pelatih mendapatkan data yang dapat digunakan untuk membuat keputusan berbasis bukti (evidence-based coaching), serta memfasilitasi pelatihan yang lebih terukur, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan individu.
3. Implementasi instrumen dalam sesi latihan menghasilkan peningkatan performa *footwork* atlet secara signifikan. Uji coba terhadap sekelompok atlet menunjukkan adanya peningkatan pada variabel kecepatan, ketepatan perpindahan posisi, dan konsistensi gerakan setelah menggunakan instrumen selama dua minggu latihan.

Tabel 4. Perbedaan antara hasil atau temuan dengan publikasi sebelumnya

Penelitian Sebelumnya	Sport	Teknologi	Fokus Utama	Perbedaan dengan Penelitian IoT <i>Footwork</i>
(Yang et al., 2025) (analisis biomekanika)	Tenis meja	Motion capture system, force plate, dan EMG	Analisis biomekanika pada teknik <i>chasse-step</i> dan <i>one-step footwork</i>	Penelitian ini fokus pada analisis biomekanika di laboratorium dengan alat mahal
(Rihtiana & Tomoliyus, 2014) (pukulan teknik)	Tenis meja usia dini	Manual / non-IoT	Teknik pukulan manual	<i>Footwork</i> berbasis data & IoT
(X. Li, 2022) (gerakan <i>footwork</i>)	Tenis meja	Analisis biomekanika menggunakan model komputasi	Mengkaji hubungan gerakan <i>footwork</i> dengan risiko cedera atlet	Penelitian ini fokus pada kajian biomekanika dan cedera, bukan pada pengembangan alat tes latihan.

PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi digital yang pesat, khususnya dalam bidang *Internet of Things* (IoT), telah membuka peluang baru dalam dunia olahraga. Teknologi digital berperan sangat penting dalam meningkatkan efisiensi operasional serta kualitas layanan klub (An et al., 2025). Tidak hanya untuk peningkatan performa, IoT juga dimanfaatkan sebagai sarana monitoring, evaluasi, dan pembelajaran teknik secara lebih efektif dan objektif. Salah satu inovasi yang

potensial adalah pengembangan instrumen pelatihan *footwork* dalam tenis meja, yang terinspirasi dari gaya bermain Ryu Seung Mon, seorang atlet legendaris yang dikenal dengan kecepatan, kekuatan, dan keakuratan gerak kakinya dalam pertandingan.

Pengembangan program tenis meja yang unggul memerlukan pendekatan komprehensif yang mencakup pembinaan atlet, strategi kepelatihan, infrastruktur, serta dukungan organisasi (Xiao & Mahakhan, 2024). Tenis meja merupakan cabang olahraga yang tidak mengenal batasan usia (Suhermon et al., 2024). *Footwork* dalam tenis meja bukan sekadar gerakan kaki, tetapi merupakan fondasi dari seluruh teknik permainan. Atlet yang memiliki *footwork* yang baik mampu menjangkau bola dengan cepat, menyesuaikan posisi tubuh secara optimal, dan menjaga keseimbangan saat melakukan pukulan. Keterampilan teknik dan taktik secara luas diakui sebagai faktor performa yang paling penting dalam olahraga tenis meja (Lanzoni et al., 2019).

Tenis meja merupakan olahraga yang dicirikan oleh gerakan cepat ke berbagai arah serta gerak kaki yang eksplosif, terutama pada rangkaian langkah menyamping yang menjadi dasar penting dalam permainan kompetitif (H. Li et al., 2025). Dalam olahraga tenis meja, *footwork* merupakan elemen kunci yang menentukan keberhasilan dalam menyerang maupun bertahan. Banyak atlet pemula hingga profesional sering mengalami kesulitan dalam menjaga konsistensi gerakan kaki, terutama dalam kecepatan berpindah posisi dari forehand ke backhand secara efisien. Sayangnya, metode pelatihan *footwork* tradisional sering kali bergantung pada pengamatan subjektif pelatih, sehingga sulit mengukur progres atlet secara kuantitatif. Oleh karena itu, pengembangan instrumen berbasis IoT menjadi sangat relevan untuk memberikan data real-time, analisis presisi, dan umpan balik instan terhadap performa atlet.

Tidak kalah penting, penggunaan teknologi ini juga berdampak pada peningkatan motivasi atlet. Dengan adanya sistem penilaian otomatis, atlet dapat melihat skor atau performanya secara langsung, menciptakan semangat kompetisi dengan diri sendiri atau sesama atlet. Hal ini terbukti mampu meningkatkan antusiasme latihan dan mempercepat proses penguasaan teknik *footwork*. Secara lebih luas, pengembangan instrumen ini bukan hanya menjadi terobosan dalam

olahraga tenis meja, tetapi juga menjadi contoh nyata bagaimana revolusi industri 4.0 dapat diimplementasikan secara nyata dalam dunia olahraga. Dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan berkembangnya informatika sosial dan ekonomi berbasis pengetahuan, bidang keolahragaan telah menerima serta mengadopsi teknologi informasi (Fu et al., 2022). Dengan memadukan prinsip biomekanika olahraga dan kecanggihan IoT, sistem ini mampu menghadirkan pendekatan pelatihan yang ilmiah, modern, dan berkelanjutan.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di bidang olahraga lain seperti bulu tangkis dan tenis lapangan, penelitian ini memiliki kontribusi orisinal pada pengembangan instrumen IoT khusus untuk tenis meja, yang hingga saat ini masih jarang ditemukan. Selain itu, fokus pada instrumen *footwork* Ryu Seung Mon memberikan arah yang lebih spesifik terhadap kebutuhan pelatihan atlet yang meniru gaya permainan ofensif dan cepat. Secara praktis, pengembangan instrumen ini juga memberikan implikasi terhadap model pembinaan atlet yang lebih efisien, karena memungkinkan pelatih untuk memantau, menganalisis, dan menyusun program latihan berdasarkan data kuantitatif, bukan hanya berdasarkan observasi atau intuisi.

Sebagian besar kegiatan ilmiah merupakan penelitian terapan yang memiliki banyak penerapan di berbagai sektor. Pada sektor-sektor tertentu, setiap profesi menerapkan jumlah dan jenis pendekatan penelitian yang berbeda-beda (C. Zhang & Chen, 2022). Selama bertahun-tahun, para peneliti telah mengkaji berbagai aspek pengembangan keterampilan tenis meja untuk memahami secara lebih mendalam faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terbentuknya keahlian dalam permainan tersebut (S. Zhang et al., 2023). Di masa depan, sistem ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut, seperti integrasi dengan Artificial Intelligence (AI) untuk analisis prediktif, atau penggunaan Augmented Reality (AR) untuk simulasi gerakan dalam latihan mandiri. Dengan demikian, instrumen *footwork* berbasis IoT ini tidak hanya menjadi alat bantu pelatihan, melainkan bagian dari transformasi besar dalam cara kita memahami dan mengembangkan kemampuan atlet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian, instrumen yang dirancang telah berhasil memenuhi tujuan tersebut dengan menghadirkan sistem latihan

footwork yang interaktif, akurat, dan dapat dimonitor secara real-time melalui perangkat digital. Instrumen ini memungkinkan pelatih dan atlet untuk mengukur dan mengevaluasi efektivitas pergerakan kaki secara objektif, melalui data yang dikumpulkan secara otomatis dan tersimpan dalam sistem berbasis IoT. Dengan adanya fitur ini, proses pelatihan menjadi lebih efisien, terukur, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing atlet. Penelitian ini memajukan bidang pelatihan olahraga, khususnya tenis meja, dengan memperkenalkan pendekatan baru yang mengintegrasikan teknologi IoT dalam sistem latihan fisik. Sebelumnya, latihan *footwork* cenderung bersifat manual dan subjektif, sehingga evaluasi performa tidak selalu akurat. Dengan hadirnya instrumen ini, proses pembelajaran teknik dasar, pemantauan perkembangan atlet, dan peningkatan performa menjadi lebih sistematis dan berbasis data. Selain itu, pengembangan instrumen ini membuka peluang lebih luas untuk penelitian dan inovasi lanjutan dalam penerapan teknologi pintar pada cabang-cabang olahraga lainnya, memperkuat arah menuju digitalisasi sistem pelatihan olahraga di era industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- An, M., Kheovichai, K., & Bungmark, W. (2025). The Development of the Sustainable Management Model and Its Implementation on the Operation of Amateur Table Tennis Clubs in Guangzhou. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 5(2), 785–794.
<https://doi.org/10.60027/ijsasr.2025.5723>
- Arbaoui, B., Htut, A. Y., Hein, S. K. T. L., Aye, K. H., & Pyae, A. P. (2025). The Impact of Artificial Intelligence Technology on Table Tennis. *Proceedings of RSU International Research Conference (RSUCON-2025)*, 11(1), 318–329.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28459981/>
<https://doi.org/10.1016/j.resenv.2025.100208>
<http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005>
- Cui, Y., & Zhou, C. (2022). Application of *Internet of Things* Artificial Intelligence and Knowledge Innovation System in Table Tennis Teaching and Training. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022.
<https://doi.org/10.1155/2022/7625626>
- Fu, M., Zhong, Q., & Dong, J. (2022). Relationship between Tennis Sports Ability Consumption and Sports Characteristics Based on the Fusion Sensor *Internet of Things*. *Mobile Information Systems*, 2022, 10.
<https://doi.org/10.1155/2022/2264174>

- Lam, W. K., Fan, J. X., Zheng, Y., & Lee, W. C. C. (2018). Joint and plantar loading in table tennis topspin forehand with different *footwork*. *European Journal of Sport Science*, 19(4), 471–479.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1534993>
- Lanzoni, I., Katsikadelis, M., Straub, G., & Djokic, Z. (2019). *Footwork* technique used in elite table tennis matches. *International Journal of Racket Sports Science*, 1(2), 44–48. <https://racketsportscience.org>
- Li, H., Cao, X., & Chen, L. (2025). A prospective cohort study on ankle joint stability and ligament injury risk in table tennis players during rapid lateral *footwork*. *Journal of Biotech Research*, 81–92.
<https://doi.org/https://btsjournals.com/assets/2025v21p81-92>
- Li, X. (2022). Biomechanical Analysis of Different *Footwork* Foot Movements in Table Tennis. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/9684535>
- Ma, H. (2020). Improvement of table tennis technology based on data mining in the environment of wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 16(10). <https://doi.org/10.1177/1550147720961343>
- Rihtiana, V., & Tomoliyus. (2014). Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Teknik Forehand Dan Backhand Drive Tenis Meja Pada Atlet Usia Dini. *Jurnal Ilmu Keolahrgaan*, 2(2), 216–227.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jk.v2i2.2627>
- Suhermon; Witarsyah. (2019). Penyusunan Instrumen Tes *Footwork* pada Tenis Meja. *Jurnal Patriot*, 1(1), 192–197. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24036/patriot.v1i1.175>
- Suhermon, Arisman, Hendryanto, F., Siska, Tofikin, & Indah, D. (2023). Development of the Chop Instrument in Table Tennis. *Physical Activity Journal*, 5(October), 37–46.
<https://doi.org/https://doi.org/10.20884/1.paju.2023.5.1.9697>
- Suhermon, Arisman, Tofikin, Hendryanto, F., Indah, D., & Haryanto, J. (2024). Development of Smash Accuracy Instrument in Table Tennis. *Jurnal Patriot*, 6(4), 134–139. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24036/patriot.v6i4.1006>
- Tuan, T. M., & Dinh, N. M. (2022). The Work-Outs To Optimize the Efficiency *Footwork* – a Case Study for Talented Female Table Tennis Athletes At the Age of 14-15 in Vinh Long Province, Vietnam. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 8(1), 1–10.
<https://doi.org/10.46827/ejpe.v8i1.4163>
- Xiao, A., & Mahakhan, P. (2024). The Development of a Table Tennis Outstanding Program of International Competition for Mixed Doubles. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 4(3), 189–206.
<https://doi.org/10.60027/ijasar.2024.4080>
- Yang, X., Wang, Y., Mei, Q., Shao, S., & Gu, Y. (2025). Chasse-Step and One-Step *Footwork* Reported Different Biomechanical Profiles in Elite Table Tennis

- Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 24(June 2024), 453–462.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52082/jssm.2025.453>
- Zhang, C., & Chen, Q. (2022). Analysis Model of the Guiding Role of National Sportsmanship on the Consumer Market of Table Tennis and Related IoT Applications. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 7.
<https://doi.org/10.1155/2022/3312792>
- Zhang, D. (2022). Table Tennis Technical and Tactical Ability Based on Secure *Internet of Things* and BP Neural Network. *Mobile Information Systems*, 2022, 11. <https://doi.org/10.1155/2022/6145450>
- Zhang, S., Chen, G., Wu, Q., & Li, X. (2023). The Interplay Between Table Tennis Skill Development and Sports Performance: A Comprehensive Review. *Pacific International Journal*, 6(3), 150–156. <https://doi.org/10.55014/pij.v6i3.433>
- Zhang, Z. (2022). Action Recognition and Application of Table Tennis Training Based on IOT Perception. *Security and Communication Networks*, 2022, 11.
<https://doi.org/10.1155/2022/8911564>