

PENGEMBANGAN *FOOTWORK ABILITY TEST* ATLET BULUTANGKIS  
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 CAMERA

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Olahraga  
Program Studi Ilmu Keolahragaan



Oleh:

Moza Zeane Setiawan

1903969

**PROGRAM STUDI ILMU KEOLAHRAGAAN  
FAKULTAS PENDIDIKAN OLARHAGA DAN KESEHATAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2022**

## LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

### PENGEMBANGAN *FOOTWORK ABILITY TEST* ATLET BULUTANGKIS BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 CAMERA

Oleh :

Moza Zeane Setiawan

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Olahraga pada Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan

© Moza Zeane Setiawan 2022  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak  
seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya  
tanpa ijin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

MOZA ZEANE SETIAWAN

PENGEMBANGAN *FOOTWORK ABILITY TEST* ATLET BULUTANGKIS  
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 CAMERA

Disetujui dan disahkan oleh:

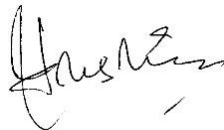
Pembimbing I,



Prof. Dr. Herman Subarjah, M.Si.

NIP.196009181986031003

Pembimbing II,



Mustika Fitri, M.Pd., Ph.D.

NIP. 196812201998022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Keolahragaan UPI



Prof. Agus Rusdiana, S.Pd., M.A., Ph.D.

NIP. 197608122001121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Moza Zeane Setiawan  
NIM : 1903969  
Prodi : Ilmu Keolahragaan

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan *Footwork Ability Test* Atlet Bulutangkis Berbasis Iot Menggunakan Esp32 Camera” ini sepenuhnya merupakan hasil dari penulis. Di dalamnya tidak ada penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang melanggar etika ilmu penelitian yang ada. Atas pernyataan ini saya siap menanggung setiap resiko dan sanksi apabila suatu hari telah ditemukannya pelanggaran etika keilmuan serta adanya klaim dari pihak lain terhadap karya penulis.

Bandung, 21 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Moza Zeane Setiawan

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrahim, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya kepada penulis, berkat karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan *Footwork Ability Test* Atlet Bulutangkis Berbasis Iot Menggunakan *Esp32 Camera*”. Skripsi ini berisi tentang suatu inovasi teknologi tepat guna dalam proses latihan *footwork* yang dapat digunakan pada atlet bulu tangkis, karena teknologi ini dirancang dalam bentuk sederhana, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selama dalam pelatihan penggunaan teknologi ini dapat menambah variasi latihan, meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam berlatih pada *footwork* cabang olahraga bulu tangkis. Skripsi ini pun dibuat dengan maksud dan tujuan yaitu, untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Olahraga jurusan Ilmu Keolahragaan FPOK UPI.

Dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan kendala yang dialami oleh penulis, dengan bantuan, dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak, alhamdulillah penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan di dalamnya terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang bisa membangun kesempurnaan skripsi ini.

Bandung, 21 Desember 2022

Penulis



Moza Zeane Setiawan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirobbil'alamin segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penulisan skripsi diwaktu yang tepat. Selama proses menyelesaikan skripsi, banyak sekali dukungan, dorongan serta doa dari semua pihak secara eksternal maupun internal. Mungkin tanpa adanya dukungan, dorongan serta doa dari semua pihak, penulisan skripsi ini tidak akan selesai sebagai mana mestinya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang amat mendalam dan sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, karunia, perlindungan dan segalanya dalam setiap langkah selama perjalanan penyusunan skripsi ini. Berkat seluruh Ridha-nya, semua bisa terselesaikan.
2. Kepada orang tua, Ibunda Yenny Setianingsih penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas pengorbanan, dukungan, kasih sayang, motivasi, serta do'a yang selalu dilontarkan dan selalu menjadi penguat penulis dalam menyelesaikan tugas.
3. Kakak tercinta Perdana Bagaskara Setiawan serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi secara moril maupun materil sehingga penulis bersemangat dalam mencapai cita-cita.
4. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan dana dan penghargaan (dalam PIMNAS 35) terhadap pengembangan inovasi teknologi *Footwork Ability Test* yang dibuat penulis.
5. Bapak Prof. Dr. H. M Solehuddin, M.Pd., MA. selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi baik berupa sarana maupun prasarana sehingga dapat memberikan penulis kemudahan selama proses penulisan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Boyke Mulyana, M.Pd. selaku Dekan Fakultas PendidikanOlahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi baik berupa sarana maupun prasarana sehingga dapat memberikan penulis

kemudahan selama proses penulisan skripsi ini.

7. Bapak Prof. Agus Rusdiana, S.Pd., M.A., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Ilmu Keolahragaan yang banyak membantu serta mengarahkan penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan benar dan teliti.
8. Bapak Dr. Ahmad Hamidi, S. Pd M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing serta memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi sehingga penulisan skripsi mampu terselesaikan
9. Bapak Prof. Dr. Herman Subarjah, M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi yang telah mengarahkan, membimbing, membantu, memperhatikan setiap kesalahan, memperbaiki, serta memberikan solusi terhadap penulisan skripsi sehingga penulisan skripsi mampu terselesaikan.
10. Ibu Mustika Fitri, M.Pd., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah mengarahkan, membimbing, membantu, memperhatikan setiap kesalahan, memperbaiki, serta memberikan solusi terhadap penulisan skripsi sehingga penulisan skripsi mampu terselesaikan.
11. Bapak Septian Williyanto, M.Pd. selaku Dosen pendamping yang telah mengarahkan, membimbing, membantu, memperhatikan setiap kesalahan, memperbaiki, serta memberikan solusi terhadap pengembangan teknologi sehingga penulisan skripsi mampu terselesaikan.
12. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan pelajaran berupa ilmu dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan mata kuliah dengan baik.
13. Seluruh staff Akademik FPOK UPI yang sudah mendukung dan memperlancar penulis dalam menyelesaikan proses perkuliahan dan skripsi.
14. Kepada HIMA IKOR, UKM HOCKEY UPI, UKM GOLF UPI yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya selama menjadi pengurus di organisasi dan UKM tersebut.
15. Kepada UKM BULUTANGKIS UPI yang telah memberikan izin dan kesempatan bagi penulis dalam melakukan penelitian, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
16. Kepada KLUB BULUTANGKIS SGS PLN BANDUNG yang telah

memberikan izin dan kesempatan bagi penulis dalam melakukan penelitian, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

17. Teman – teman dari tim FASTLEAD ( Raihan Fahira, Mochamad Mufid Abiyyu, Dzakwan Akmal, dan M. Azhar Robbani ) yang telah membantu selama proses pengembangan teknologi.
18. Khususnya kepada Raihan Fahira selaku sahabat tercipta seperjuangan dalam suka dan duka yang telah kebersamai penulis dalam proses pembuatan skripsi.
19. Khususnya kepada Mochamad Mufid Abiyyu selaku penyemangat yang telah memberikan doa, dukungan dan telah membantu selama proses pembuatan skripsi.
20. Teman-teman sekaligus keluarga Ilmu Keolahragaan angkatan 2019-2020 yang telah memberikan bantuan, dukungan serta motivasi kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan tugasnya dengan baik.
21. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan oleh penulis satu per satu yang banyak sekali membantu dan mendorong penulis selama ini.

Bandung, 21 Desember 2022



Moza Zeane Setiawan



## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN *FOOTWORK ABILITY TEST* ATLET BULUTANGKIS BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 CAMERA

Moza Zeane Setiawan

1903969

Pembimbing:

**Prof. Dr. Herman Subarjah, M. Si. Mustika Fitri M.Pd. Ph.D.**

Pelatihan bulu tangkis di Indonesia (khususnya dalam *footwork*) masih dilakukan secara manual dan tidak ada parameter pengukur secara khusus untuk menilai kemampuan *footwork* atlet. Hal ini menyebabkan kurangnya indikator objektif untuk mengetahui kemajuan hasil latihan. Tujuan inovasi adalah untuk menghasilkan teknologi yang berguna untuk mengukur *agility* atlet bulutangkis. Metode yang digunakan adalah *Research & Development* dengan model penelitian pengembangan produk 10 langkah. Pengujian melibatkan 3 validasi ahli, 36 atlet bulu tangkis, pelatih, dan klub Kota Bandung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa validasi teknologi yang dilakukan oleh 3 validator mendapatkan nilai 95% dapat dikategorikan sangat baik. Akurasi sistem penghitungan skor 99,96% berada pada kategori sangat tinggi. Teknologi *footwork ability test* mendapat respon positif dari atlet dan pelatih, sehingga menjadi suatu inovasi teknologi tepat guna dalam proses latihan *footwork*. Dengan demikian, teknologi *footwork ability test* telah dinyatakan layak digunakan sebagai media tes dan latihan.

**Kata kunci:** Bulutangkis, *Footwork*, Kelincahan, Teknologi

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF IoT BASED BADMINTON ATHLETE FOOTWORK ABILITY TEST USING ESP32 CAMERA**

**Moza Zeane Setiawan**  
**1903969**

#### ***Supervisors:***

**Prof. Dr. Herman Subarjah, M. Si. Mustika Fitri M.Pd. Ph.D.**

*Badminton training in Indonesia (especially in footwork) is still done manually and there are no specific measuring parameters to assess the athlete's footwork ability. This causes a lack of objective indicators to determine the progress of training results. The goal of innovation is to produce technology that is useful for measuring the agility of badminton athletes. The method used is Research & Development with a 10-step product development research model. The test involved 3 expert validations, 36 badminton athletes, coaches and Bandung City clubs. The test results show that the technology validation carried out by 3 validators gets a value of 95% which can be categorized as very good. The accuracy of the scoring system at 99.96% is in the very high category. The footwork ability test technology received a positive response from athletes and coaches, so that it becomes an appropriate technological innovation in the footwork training process. Thus, the footwork ability test technology has been declared fit for use as a test and training medium.*

***Keywords: Agility, Badminton, Footwork, Technology***

## DAFTAR ISI

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Prestasi Atlet Bulu Tangkis Indonesia.....	5
2.2 Bentuk Latihan Teknik Olahraga Bulu Tangkis.....	7
2.3 Bentuk Latihan Kondisi Fisik Olahraga Bulu Tangkis.....	8
2.4 Penelitian yang Relevan .....	9
2.5 Pentingnya Penggunaan Teknologi Pelatihan Pada Bulu tangkis .....	10
2.6 Teknologi yang Akan Dikembangkan .....	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Model Penelitian.....	12
3.2 Prosedur Pengembangan .....	12
3.2.1 Potensi dan Masalah .....	13
3.2.2 Pengumpulan Informasi .....	13
3.2.3 Desain Teknologi.....	14
3.2.4 Validasi Desain .....	16
3.2.5 Revisi Desain .....	17
3.2.6 Uji Coba Kelompok Kecil .....	17

3.2.7 Revisi Teknologi Uji Coba Kelompok Kecil.....	17
3.2.8 Uji Coba Kelompok Besar .....	17
3.2.9 Revisi Teknologi Uji Coba Kelompok Kecil.....	17
3.2.10 Produk Massal.....	18
3.3 Uji Coba Teknologi .....	18
3.3.1 Desain Uji Coba Teknologi .....	18
3.3.2 Subjek Uji Coba.....	18
3.4 Rancangan Teknologi.....	18
3.5 Jenis Data .....	21
3.6 Instrumen Pengumpulan Data .....	21
3.6.1 Kuisisioner Ahli.....	21
3.7 Teknik Analisis Data .....	22
<b>BAB IV HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
4.1 Deskripsi Teknologi “ <i>Footwork Ability Test</i> ” .....	24
4.2 Hasil Penelitian Teknologi “ <i>Footwork Ability Test</i> ” .....	26
4.2.1 Validasi Ahli .....	26
4.2.2 Revisi Teknologi.....	31
4.2.3 Hasil Revisi Teknologi .....	31
4.2.4 Hasil Teknologi Setelah Revisi.....	33
4.3 Uji Coba Teknologi .....	34
4.3.1 Uji Coba Kelompok Kecil .....	34
4.3.2 Revisi Uji Coba Kelompok Kecil .....	35
4.3.3 Uji Coba Kelompok Besar .....	35
4.3.4 Revisi Uji Coba Kelompok Besar.....	35
4.4 Pembahasan .....	36
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Implikasi Hasil Penelitian.....	38
5.3 Rekomendasi .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jenis Olahraga yang Paling Disukai Publik Indonesia .....	1
Gambar 1.2 Grafik Ranking BWF Atlet Bulu Tangkis Indonesia .....	2
Gambar 3.1 Langkah Metode Penelitian <i>Research and Development</i> .....	12
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem .....	14
Gambar 3.3 Teknologi yang Dikembangkan.....	15
Gambar 3.4 Diagram Blok Kotak Utama.....	15
Gambar 3.5 Diagram Blok Kotak Sensor.....	16
Gambar 3.6 Gambaran <i>Prototype</i> Teknologi yang Akan Diterapkan.....	19
Gambar 3.7 Gambaran Box Utama .....	20
Gambar 3.8 Gambaran Box Sensor .....	20
Gambar 3.9 Gambaran Aplikasi <i>Smartphone</i> .....	21
Gambar 4.1 Teknologi <i>Footwork Ability Test</i> .....	24
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Penggunaan Aplikasi .....	25
Gambar 4.3 Teknologi <i>Footwork Ability Test</i> Sebelum Revisi .....	31
Gambar 4.4 Uji Kelayakan Teknologi <i>Footwork Ability Test</i> .....	32
Gambar 4.5 Teknologi <i>Footwork Ability Test</i> Setelah Revisi.....	33
Gambar 4.6 Aplikasi <i>Smartphone</i> .....	34
Gambar 4.7 Uji Lapangan Skala Kecil.....	34
Gambar 4.8 Uji Lapangan Skala Besar .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pedoman Penilaian Skor .....	22
Tabel 3.2 Kualifikasi Penilaian Total.....	23
Tabel 4.1 Hasil Penilaian Validasi Ahli Teknologi.....	26
Tabel 4.2 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi .....	28
Tabel 4.3 Hasil Penilaian Validasi Akademisi Bulutangkis.....	29
Tabel 4.4 Hasil Validitas Penilaian Ahli.....	30
Tabel 4.5 Akurasi Sistem Perhitungan Skor.....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Penetapan Judul dan Pembimbing Skrip.....	43
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian.....	44
Lampiran 3 Kuisisioner Ahli.....	45
Lampiran 4 Produk yang Dihasilkan.....	47
Lampiran 5 Dokumentasi .....	48
Lampiran 6 Bukti HKI .....	52

## DAFTAR PUSTAKA

- Ababil, A. F., Adi, S., & Fadhli, N. R. (2019). Pengembangan media latihan teknik dasar bulutangkis berbasis aplikasi android untuk atlet pemula. *Indonesia Performance Journal*, 3(2), 93–100. Retrieved from <http://journal2.um.ac.id/index.php/jko/article/view/12213/5754>
- Al Farisi, M. A. H. (2018). Agility Exercise Models of Badminton. *Jipes - Journal of Indonesian Physical Education and Sport*, 4(2), 55–60. <https://doi.org/10.21009/jipes.042.08>
- BIDIL, S., ARSLAN, B., BOZKURT, K., DÜZOVA, S. C., ÖRS, B. S., ONARICI GÜNGÖR, E., & ŞİMŞEK, D. (2021). Investigation of the Effect of Badminton-Specific 8 Week Reaction Training on Visual-Motor Reaction Time and Visual Cognitive Dual Task. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(1), 33–40. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2019-71769>
- BWF. (2022a). BWF World Rankings. Retrieved from 13 desember website: <https://bwf.tournamentsoftware.com/ranking/ranking.aspx?rid=70>
- BWF. (2022b). BWF World Tournaments. Retrieved from 12 desember website: <https://bwf.tournamentsoftware.com/find?StartDate=2022-12-06&EndDate=2022-12-12&DateFilterType=0&page=1>
- De França Bahia Loureiro, L., & De Freitas, P. B. (2016). Development of an agility test for badminton players and assessment of its validity and test-retest reliability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 305–310. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0189>
- Endang Sepdanius, N. N. (2019). Pengembangan Alat Bantu Latihan Footwork Pada Bulutangkis Berbasis Android. *Physical Education, Health and Recreation*, 3(2), 122–130.
- Frevel, N., Beiderbeck, D. and Schmidt, S.L. (2022). *The impact of technology on sports – A prospective study*, *Technological Forecasting and Social Change*, 182, p.121838. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2022.121838>.
- Frederick, M. F. A., Zulkapri, I., Soeed, K., Tariq, I., Hamid, T., Omar, A., ... Nadzalan, A. M. (2020). Validity and Realibility of Badminton Reactive Agility Tests System (Brats) to Measure Changes of Direction Speed and Reactive Agility Performance. *TEST Engineering and Management*, 83(May-June), 8972–8980.
- Hamid, A., & Aminuddin, M. (2019). Pengaruh Latihan Footwork Terhadap Agility Pada Pemain Bulutangkis Pbsi Tanah Laut Usia 12-15. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 18(1), 51–55. <https://doi.org/10.20527/multilateral.v18i1.6568>
- Kusuma, L. S. W. (2019). Penerapan Metode Blocked Practice Dan Media Footwork Berbasis Teknologi Dalam Upaya Meningkatkan Keterampilan Bermain Bulutangkis. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 4(4), 193–202. <https://doi.org/10.36312/jupe.v4i4.932>
- Kusuma, L. S. W., & Jamaludin. (2020). Pengaruh Latihan Footwork Berbasis Teknologi terhadap Keterampilan Teknik Dasar Bulutangkis PB.Lyansa 2020. *Gelora: Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*, 7(2), 87–93.
- Leong, K. A. H. L., & Krasilshchikov, O. (2016). Match and Game Performance

Moza Zeane Setiawan, 2022

**PENGEMBANGAN FOOTWORK ABILITY TEST ATLET BULUTANGKIS BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 CAMERA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Structure Variables in Elite and Youth International Badminton Players. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(2), 330–334. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.02053>
- Liu, D. (2017). Analysis and Training On The Characteristics Of Beginner ' s Footwork in Badminton. *International Journal of New Developments in Engineering and Society*, 1(4), 110–112.
- Liu, T.-H., Chen, W.-H., Shih, Y., Lin, Y.-C., Yu, C., & Shiang, T.-Y. (2021). Better position for the wearable sensor to monitor badminton sport training loads. *Sports Biomechanics*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1875033>
- Luo, J., Hu, Y., Davids, K., Zhang, D., Gouin, C., Li, X., & Xu, X. (2022). Vision-based movement recognition reveals badminton player footwork using deep learning and binocular positioning. *Heliyon*, 8(8), e10089. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10089>
- Malwanage, K. T., Senadheera, V. V., & Dassanayake, T. L. (2022). Effect of balance training on footwork performance in badminton: An interventional study. *PLoS ONE*, 17(11 November), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277775>
- Maryati, Sri & Sugiawardana, R. (2017). Model Pengembangan Alat Footwork Trainer Berbasis Micro-Controler Pada Keterampilan Cabang Olahraga Bulutangkis. *Jurnal Kepelatihan Olahraga*, 9(1), 43–51. Retrieved from <https://ejournal.upi.edu/index.php/JKO/article/view/16081/8995>
- Muthiarani, A., & Lismadiana, L. (2021). Pengaruh latihan shadow menggunakan langkah berurutan dan langkah bersilangan terhadap kelincahan footwork atlet bulutangkis. *Jurnal Keolahragaan*, 9(1), 108–117. <https://doi.org/10.21831/jk.v9i1.32256>
- Nandika, R., Hadi, D. T., & Ridho, Z. A. (2017). Pengembangan Model Latihan Strokes Bulutangkis Berbasis Footwork Untuk Anak Usia Pemula (U-15). *Gladi Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 8(2), 102–110. <https://doi.org/10.21009/gjik.082.03>
- Ngadiman, N., & Kusuma, I. J. (2020). *The Design of a Supporting Device for Badminton Footwork Practice Based on Microcontroller Technology*. 21(Icsshpe 2019), 92–94.
- Ngadiman, N., Kusuma, I. J., & Widhi Nugraha, A. W. (2019). Rancangan Alat Bantu Latihan Footwork Bulutangkis Berbasis Teknologi Microcontroller. *Physical Activity Journal*, 1(1), 91. <https://doi.org/10.20884/1.paju.2019.1.1.2030>
- Prabowo, O. M. (2019). Pembatasan Definisi Things Dalam Konteks Internet of Things Berdasarkan Keterkaitan Embedded System dan Internet Protocol. *Journal of Information Technology*, 1(2), 43–46. <https://doi.org/10.47292/joint.v1i2.8>
- Ratten, V. (2020). Sport technology: A commentary. *Journal of High Technology Management Research*, 31(1). <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2020.100383>
- Rusdiana, A. (2021). Development of agility, coordination, and reaction time training device with infrared sensor and wifi module arduino in badminton. *Songklanakar Journal of Science and Technology*, 43(2), 448–452. <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2021.58>
- Septian Williyanto, H. P. R. (2016). Manajemen Pembinaan Prestasi Pada Klub



- Bulutangkis Se-Kabupaten Wonosobo. *Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreations*, 5(2).
- Seth, B. (2016). Determination factors of badminton game performance. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(1), 20–22. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(80\)90515-8](https://doi.org/10.1016/0006-2952(80)90515-8)
- Singh, J., Raza, S., & Mohammad, A. (2011). Physical Characteristics and Level of Performance in Badminton : A Relationship Study. *Journal of Education and Practise*, 2(5), 6–10.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif & RND)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta. PT. Rineka Cipta.
- Subarjah, H. (2013). Latihan Kondisi Fisik. *Educacion*, 53(9), 266–276.
- Supriyadi, E. and Widyantoko, W. (2020) Perancangan Bangun Alat Detector Start Finish Berbasis NodeMCU, *Sainstech*, 30(2), pp. 29–34. Available at: <https://scholar.archive.org/work/szomyrgvzbc3rfml3ic25ahvb4/access/wayback/https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/download/802/598/>.
- West, M. (2011). 2 - Entity Relationship Model Basics. In M. West (Ed.), *Developing High Quality Data Models* (pp. 9–22). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375106-5.00002-6>
- Williyanto, S., & Wira Yudha Kusuma, D. (2018). The Development Of Badminton Skills Test Instruments for Athletes in Age Groups of Children, Cub, Teenager and Youth Article Info. *Journal of Physical Education and Sports JPES*, 7(1), 50–54. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes/article/view/23235>
- Williyanto, S., Wiyanto, A., & Santoso, N. (2021). *Model Uji Servis Backhand untuk Junior Atlet Bulu Tangkis*. 9, 112–118. <https://doi.org/10.13189/saj.2021.091319>