

PENGARUH LATIHAN GYROBALL TERHADAP PENINGKATAN KEKUATAN OTOT LENGAN ATLET BULUTANGKIS

Yusril^{1)*}, A. Heri Riswanto²⁾, Jusriati³⁾, Binsar Hasundungan Sihombing⁴⁾, Irsan Kahar⁵⁾

^{1,2,4,5)}Program Studi Pendidikan Jasmani, Universitas Muhammadiyah Palopo

³⁾Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Muhammadiyah Palopo

¹⁾rily7449@gmail.com, ²⁾andiheririswanto@umpalopo.ac.id, ³⁾jusriati@umpalopo.ac.id,
⁴⁾binsih@umpalopo.ac.id, ⁵⁾irsankahar@umpalopo.ac.id

ABSTRAK

Bulutangkis merupakan cabang olahraga yang membutuhkan kecepatan, kelincahan, ketepatan, daya tahan, dan kekuatan otot lengan untuk menunjang kualitas pukulan. Pada atlet Bulutangkis Binataruna, kekuatan lengan masih belum optimal, terlihat dari ayunan raket yang kurang bertenaga, pukulan yang belum stabil, serta kelelahan lengan saat latihan berlangsung cukup lama. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kemampuan atlet dalam melakukan pukulan clear, drive, dan smash secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan gyrobball terhadap peningkatan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain One Group Pretest-Posttest Design. Populasi penelitian berjumlah 25 atlet, sedangkan sampel sebanyak 12 atlet dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria aktif mengikuti latihan dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Latihan ini dipilih karena mampu memberikan resistensi dinamis pada otot lengan dan pergelangan tangan selama gerakan berlangsung secara berulang dan terkontrol baik. Perlakuan berupa latihan gyrobball diberikan selama 16 kali pertemuan dengan frekuensi tiga kali seminggu. Instrumen penelitian menggunakan tes push-up, sedangkan data dianalisis melalui statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene Test, dan uji paired sample t-test pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata pretest sebesar 12,50 meningkat menjadi 17,00 pada posttest, dengan selisih peningkatan sebesar 4,50. Hasil uji paired sample t-test memperoleh nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, sehingga terdapat pengaruh yang signifikan. Dengan demikian, latihan gyrobball dapat digunakan sebagai alternatif latihan yang efektif, sederhana, dan terarah untuk meningkatkan kekuatan lengan atlet bulutangkis.

Abstract. Badminton is a sport that requires speed, agility, accuracy, endurance, and arm muscle strength to support stroke quality. Among Binataruna badminton athletes, arm strength was still not optimal, as shown by weak racket swings, unstable strokes, and arm fatigue during long training sessions. This condition may affect athletes' ability to perform clear, drive, and smash strokes effectively. This study aimed to determine the effect of gyrobball training on improving the arm strength of Binataruna badminton athletes. The study used an experimental method with a One Group Pretest-Posttest Design.

Sejarah Artikel

Dimasukkan : 11 Juni 2026
Direview : 12 Juni 2026
Diterima : 15 Juni 2026
Disetujui : 29 Juni 2026

Kata-kata Kunci:

Latihan Gyrobball, Kekuatan Lengan, Atlet Bulutangkis, Tes Push-Up

Article History

Submitted : June 11, 2026
Reviewed : June 11, 2026
Accepted : June 15, 2026
Published : June 29, 2026

Keywords:

Gyrobball Training, Arm Strength, Badminton Athletes, Push-Up Test

The population consisted of 25 athletes, while 12 athletes were selected as the sample using purposive sampling based on the criteria of actively participating in training and being willing to complete the program. The treatment consisted of gyrobball training conducted over 16 sessions with a frequency of three times per week. The instrument used was the push-up test, while the data were analyzed using descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, Levene's homogeneity test, and the paired sample t-test at a significance level of 0.05. The results showed that the mean pretest score of 12.50 increased to 17.00 in the posttest, with an improvement of 4.50. The paired sample t-test obtained a significance value of $0.000 < 0.05$, indicating a significant effect. Therefore, gyrobball training can be used as an effective, simple, and directed alternative exercise to improve arm strength in badminton athletes.

PENDAHULUAN

Bulutangkis merupakan cabang olahraga yang dimainkan secara individu atau berpasangan, di mana pemain saling berlawanan menggunakan raket untuk memukul kok melewati net yang dipasang di tengah lapangan (Suhardianto, 2021). Olahraga ini menjadi salah satu cabang yang sangat populer di Indonesia, baik di lingkungan masyarakat perkotaan maupun pedesaan. Hal tersebut terlihat dari banyaknya pembangunan aula dan lapangan bulutangkis permanen yang digunakan sebagai tempat latihan maupun pertandingan. Di berbagai fasilitas tersebut, biasanya terdapat klub-klub bulutangkis yang memiliki tujuan berbeda, mulai dari menjaga kebugaran jasmani hingga membina atlet berprestasi (Bimantara et al., 2021). Menurut Peraturan Badminton World Federation (BWF), bulutangkis merupakan olahraga raket yang menuntut kecepatan, kelincahan, ketepatan, kekuatan, dan daya tahan tinggi untuk mencapai performa optimal. Sementara itu, menurut Persatuan Bulutangkis Seluruh Indonesia (PBSI), pembinaan bulutangkis bertujuan membantu pemain mengembangkan potensi fisik, teknik, taktik, dan mental secara maksimal.

Dalam permainan bulutangkis, kondisi fisik menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi kualitas permainan atlet. Salah satu komponen fisik yang sangat dibutuhkan adalah kekuatan otot lengan. Kekuatan lengan diperlukan untuk menghasilkan pukulan yang cepat, kuat, dan terarah, terutama pada teknik smash, drive, dan clear. Untuk memukul kok dengan kecepatan dan kekuatan yang baik, atlet harus mampu menggabungkan unsur kekuatan dan kecepatan dalam pola gerak yang terkoordinasi (Saleh et al., 2022). Kekuatan otot juga berperan dalam membantu atlet mempertahankan performa selama pertandingan berlangsung. Oleh karena itu, pengembangan kekuatan lengan perlu menjadi bagian penting dalam program latihan atlet bulutangkis.

Kekuatan otot lengan memiliki pengaruh besar terhadap strategi permainan bulutangkis, baik saat menyerang maupun bertahan. Otot lengan yang kuat memungkinkan pemain mengendalikan raket dengan lebih efektif dan menghasilkan ayunan yang lebih stabil. Selain itu, kekuatan lengan juga membantu meningkatkan kecepatan pukulan serta mengurangi risiko cedera akibat gerakan berulang dalam latihan maupun pertandingan.

(Fauzi et al., 2025). Program latihan kekuatan yang dirancang secara terencana terbukti mampu meningkatkan performa atlet secara signifikan (Ma et al., 2024). Latihan kekuatan yang dilakukan secara terprogram juga dapat mendukung peningkatan performa fisik atlet bulutangkis secara lebih optimal (Zhang, 2023).

Klub Bulutangkis Binataruna merupakan salah satu klub pembinaan bulutangkis di Kota Palopo yang aktif melaksanakan latihan untuk mengembangkan kemampuan atlet. Dalam proses pembinaan, kondisi fisik atlet menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan, terutama kekuatan otot lengan. Berdasarkan hasil observasi di Klub Bulutangkis Binataruna, ditemukan bahwa beberapa atlet masih memiliki kekuatan lengan yang belum optimal. Kondisi tersebut terlihat dari ayunan raket yang kurang bertenaga, pukulan yang belum stabil, serta kelelahan pada lengan saat latihan berlangsung dalam durasi cukup lama. Masalah ini dapat memengaruhi kualitas pukulan atlet, khususnya pada pukulan clear, drive, dan smash. Oleh karena itu, dibutuhkan bentuk latihan tambahan yang dapat membantu meningkatkan kekuatan lengan secara lebih terarah.

Salah satu bentuk latihan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan lengan adalah latihan menggunakan gyroball. Gyroball bekerja berdasarkan prinsip gaya giroskopik, yaitu rotor di dalam alat berputar dengan kecepatan tinggi sehingga menghasilkan resistensi dinamis yang melatih otot lengan secara berulang (Fäldt & Fredlund, 2023). Latihan ini dapat membantu mengaktifkan otot-otot lengan, pergelangan tangan, dan bagian bawah lengan secara lebih terkontrol. Dengan latihan yang teratur, gyroball berpotensi meningkatkan kekuatan lengan atlet sehingga pukulan menjadi lebih kuat, stabil, dan bertenaga. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh latihan gyroball terhadap kekuatan lengan atlet bulutangkis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain One Group Pretest-Posttest Design. Desain ini digunakan untuk mengetahui pengaruh latihan gyroball terhadap kekuatan lengan atlet bulutangkis dengan membandingkan hasil tes sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Populasi dalam penelitian ini adalah atlet Klub Bulutangkis Binataruna yang berjumlah 25 atlet. Sampel penelitian sebanyak 12 atlet dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria aktif mengikuti latihan, memiliki kondisi fisik yang memungkinkan untuk mengikuti program latihan, serta bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian sampai selesai.

Perlakuan dalam penelitian ini berupa program latihan gyroball yang diberikan selama 16 kali pertemuan dengan frekuensi tiga kali dalam seminggu. Setiap sesi latihan terdiri atas pemanasan, latihan inti menggunakan gyroball, dan pendinginan. Intensitas latihan diberikan

secara bertahap sesuai kemampuan atlet agar prinsip overload dalam latihan fisik dapat diterapkan dengan baik. Latihan gyrobball difokuskan untuk melatih kekuatan otot lengan, pergelangan tangan, dan otot pendukung yang berperan dalam gerakan pukulan bulutangkis. Instrumen yang digunakan untuk mengukur kekuatan lengan adalah tes push-up, yang dilakukan pada saat pretest dan posttest.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi. Selanjutnya, uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk, sedangkan uji homogenitas menggunakan Levene Test. Untuk mengetahui perbedaan hasil kekuatan lengan sebelum dan sesudah latihan gyrobball, digunakan uji paired sample t-test pada taraf signifikansi 0,05. Hasil tes push-up kemudian dikategorikan berdasarkan norma penilaian sebagai berikut.

Tabel 1. Norma Penilaian Tes Push-Up

No	Interval	Kategori
1	> 38	Sempurna
2	29–37	Baik sekali
3	20–28	Baik
4	12–19	Cukup
5	4–11	Kurang

Sumber: Nashrullah et al. (2022)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diperoleh melalui tes kekuatan lengan menggunakan tes push-up yang dilakukan sebelum perlakuan atau pretest dan sesudah perlakuan atau posttest. Perlakuan yang diberikan berupa latihan gyrobball kepada 12 atlet Bulutangkis Binataruna. Data hasil pretest dan posttest kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif, distribusi frekuensi, uji normalitas, uji homogenitas, dan uji paired sample t-test.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, nilai maksimum, dan jumlah skor. Hasil analisis statistik deskriptif kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest Kekuatan Lengan Atlet Bulutangkis Binataruna

Statistik	Pretest	Posttest
N	12	12
Mean	12,50	17,00
Std. Deviation	4,380	5,831
Minimum	6	9
Maximum	20	25
Sum	150	204

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata pretest sebesar 12,50 meningkat menjadi 17,00 pada posttest. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan rata-rata kekuatan lengan sebesar 4,50 setelah atlet diberikan latihan gyrobball. Selain itu, nilai minimum meningkat dari 6 menjadi 9, sedangkan nilai maksimum meningkat dari 20 menjadi 25. Temuan ini menunjukkan bahwa secara umum terdapat peningkatan kemampuan kekuatan lengan atlet setelah mengikuti program latihan.

Selanjutnya, data pretest dan posttest dikelompokkan berdasarkan norma penilaian tes push-up untuk melihat perubahan kategori kemampuan atlet. Distribusi frekuensi hasil pretest dan posttest kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna disajikan pada Tabel 3.

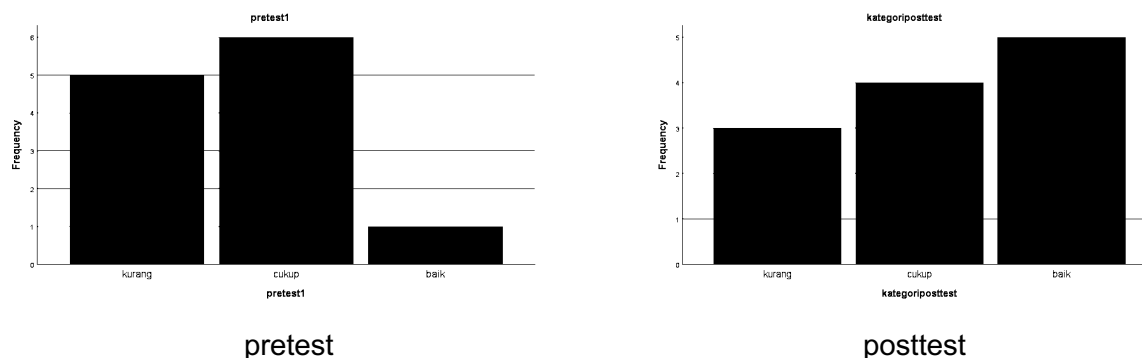
Tabel 3. Distribusi Frekuensi Pretest dan Posttest Kekuatan Lengan Atlet Bulutangkis Binataruna

No	Interval	Kategori	Pretest F	Pretest %	Posttest F	Posttest %
1	> 38	Sempurna	0	0%	0	0%
2	29–37	Baik sekali	0	0%	0	0%
3	20–28	Baik	1	8,3%	5	41,7%
4	12–19	Cukup	6	50%	4	33,3%
5	4–11	Kurang	5	41,7%	3	25%
		Jumlah	12	100%	12	100%

Berdasarkan Tabel 3, hasil pretest menunjukkan bahwa sebagian besar atlet berada pada kategori cukup sebanyak 6 atlet atau 50%, sedangkan 5 atlet atau 41,7% berada pada kategori kurang, dan hanya 1 atlet atau 8,3% berada pada kategori baik. Setelah diberikan latihan gyrobball, terjadi peningkatan kategori kemampuan. Pada hasil posttest, jumlah atlet pada kategori baik meningkat menjadi 5 atlet atau 41,7%, kategori cukup menjadi 4 atlet atau 33,3%, dan kategori kurang menurun menjadi 3 atlet atau 25%. Hal ini menunjukkan bahwa latihan gyrobball memberikan perubahan positif terhadap kekuatan lengan atlet.

Distribusi frekuensi hasil pretest dan posttest juga disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memperjelas perubahan kategori kemampuan atlet. Diagram tersebut

menunjukkan adanya pergeseran kemampuan dari kategori kurang dan cukup menuju kategori baik setelah diberikan latihan gyrobball.



Gambar 1. Diagram Batang Pretest dan Posttest Kekuatan Lengan Atlet Bulutangkis Binataruna

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pada saat pretest sebagian besar atlet masih berada pada kategori kurang dan cukup. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan lengan awal atlet masih tergolong rendah hingga sedang. Setelah diberikan latihan gyrobball, jumlah atlet pada kategori baik mengalami peningkatan, sedangkan jumlah atlet pada kategori kurang mengalami penurunan. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa latihan gyrobball mampu membantu meningkatkan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna.

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data pretest dan posttest berdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 orang. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Kelompok	Sig.	Keterangan
Pretest	0,747	Normal
Posttest	0,245	Normal

Berdasarkan Tabel 4, nilai signifikansi pretest sebesar 0,747 dan posttest sebesar 0,245. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pretest dan posttest berdistribusi normal. Dengan demikian, data memenuhi salah satu syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik.

Setelah uji normalitas, dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah data memiliki varians yang homogen. Uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene Test

dengan kriteria bahwa data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Kelompok	df1	df2	Sig.	Keterangan
Pretest-Posttest	1	22	0,182	Homogen

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,182. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pretest dan posttest memiliki varians yang homogen. Dengan demikian, analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji paired sample t-test.

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan latihan gyroball terhadap kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai pretest dan posttest menggunakan paired sample t-test pada taraf signifikansi 0,05. Hasil uji paired sample t-test disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Paired Sample t-test Pretest dan Posttest Kekuatan Lengan

Kelompok	Rata-rata	t hitung	t tabel	Sig.	Selisih
Pretest	12,50	6,971	2,201	0,000	-4,50
Posttest	17,00				

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa nilai rata-rata pretest sebesar 12,50 meningkat menjadi 17,00 pada posttest, dengan selisih rata-rata sebesar 4,50. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai t hitung sebesar 6,971, sedangkan t tabel pada taraf signifikansi 0,05 dengan $df = 11$ adalah 2,201. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,000 atau lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat pengaruh yang signifikan latihan gyroball terhadap peningkatan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan gyroball memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai rata-rata pretest sebesar 12,50 menjadi 17,00 pada posttest. Selisih peningkatan sebesar 4,50 menunjukkan bahwa terdapat perubahan kemampuan kekuatan lengan setelah atlet mengikuti program latihan. Hasil uji paired sample t-test juga menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 atau lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, latihan gyroball terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lengan atlet

bulutangkis. Temuan ini menunjukkan bahwa latihan yang terarah dan dilakukan secara rutin mampu meningkatkan kondisi fisik atlet, khususnya pada komponen kekuatan lengan.

Peningkatan kekuatan lengan juga terlihat dari perubahan kategori kemampuan atlet setelah diberikan perlakuan. Pada hasil pretest, sebagian besar atlet berada pada kategori cukup dan kurang, sedangkan hanya sebagian kecil yang berada pada kategori baik. Setelah mengikuti latihan gyrobball, jumlah atlet pada kategori baik mengalami peningkatan, sementara kategori kurang mengalami penurunan. Perubahan ini menunjukkan bahwa latihan gyrobball mampu memberikan stimulus latihan yang cukup efektif terhadap otot lengan. Latihan dilakukan sebanyak 16 kali pertemuan secara teratur, sehingga tubuh atlet memiliki kesempatan untuk beradaptasi secara bertahap. Hal ini sesuai dengan prinsip latihan, yaitu latihan harus dilakukan secara sistematis, berulang, dan terencana untuk meningkatkan kemampuan fisik atlet (Putra & Lubis, 2024).

Peningkatan kekuatan lengan dalam penelitian ini dapat terjadi karena gyrobball menghasilkan resistensi dinamis ketika digunakan. Resistensi tersebut membuat otot lengan, pergelangan tangan, dan otot pendukung lainnya bekerja secara aktif selama latihan. Menurut Fäldt & Fredlund (2023), alat berbasis giroskopik seperti gyrobball mampu meningkatkan kekuatan otot karena memberikan tahanan secara terus-menerus melalui putaran rotor di dalam alat. Kondisi ini dapat memicu adaptasi fisiologis berupa peningkatan kemampuan kontraksi otot. Semakin sering otot menerima beban latihan yang sesuai, semakin besar peluang otot untuk menjadi lebih kuat dan efisien. Oleh karena itu, latihan gyrobball dapat menjadi salah satu bentuk latihan alternatif untuk meningkatkan kekuatan lengan atlet bulutangkis.

Dalam permainan bulutangkis, kekuatan otot lengan sangat penting karena berhubungan langsung dengan kualitas pukulan. Atlet membutuhkan kekuatan lengan untuk melakukan pukulan smash, drive, dan clear agar lebih kuat, cepat, dan terarah. Semakin baik kekuatan otot lengan, semakin besar kemampuan atlet dalam mengontrol raket dan menghasilkan pukulan yang efektif (Fauzi et al., 2025). Hasil penelitian ini juga didukung oleh Ma et al. (2024) yang menyatakan bahwa latihan kekuatan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan performa atlet bulutangkis. Selain itu, Mehta et al. (2022) menemukan bahwa peningkatan fungsi dan kekuatan otot ekstremitas atas dapat mendukung kemampuan gerak serta performa pemain bulutangkis. Dengan demikian, peningkatan kekuatan lengan melalui latihan gyrobball dapat membantu atlet dalam menunjang kemampuan teknik selama permainan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Blázquez-Fernández et al. (2024) yang menunjukkan bahwa latihan menggunakan Powerball mampu meningkatkan kekuatan otot dan koordinasi gerak. Hu et al. (2025) juga melaporkan bahwa latihan gyrobball dapat

meningkatkan aktivasi otot pada area pergelangan tangan dan lengan. Selain itu, Amaro et al. (2022) menjelaskan bahwa aktivitas otot lengan memiliki peran penting dalam menghasilkan pukulan bulutangkis yang efektif. Meskipun hasil penelitian menunjukkan peningkatan, tidak semua atlet mengalami perubahan yang sama karena setiap individu memiliki kondisi fisik, motivasi, dan aktivitas luar latihan yang berbeda. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi hasil latihan yang diperoleh atlet (Mahfud et al., 2022). Secara umum, latihan gyrobball dapat dinyatakan efektif sebagai latihan alternatif untuk meningkatkan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa latihan gyrobball berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan lengan atlet Bulutangkis Binataruna. Hal ini dibuktikan melalui peningkatan nilai rata-rata pretest sebesar 12,50 menjadi 17,00 pada posttest, dengan selisih peningkatan sebesar 4,50. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, sehingga latihan gyrobball terbukti memberikan pengaruh yang signifikan. Peningkatan tersebut juga terlihat dari perubahan kategori kemampuan atlet, yaitu menurunnya jumlah atlet pada kategori kurang dan meningkatnya jumlah atlet pada kategori baik. Dengan demikian, latihan gyrobball dapat digunakan sebagai salah satu alternatif latihan yang efektif untuk meningkatkan kekuatan lengan atlet bulutangkis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaro, C. M., Nolasco, S., Roseiro, L., Amaro, A. M., & Castro, M. A. (2022). sEMG analysis of upper limb muscles during backhand smash using badminton rackets of different stiffness. *Applied Sciences*, 12(19), 9483. <https://doi.org/10.3390/app12199483>
- Bimantara, A. W., Permadi, A. G., & Akhmad, N. (2021). Analisis keterampilan dasar bulutangkis PB Gemilang Mataram tahun 2021. *Gelora: Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan IKIP Mataram*, 8(2), 7–19.
- Blázquez-Fernández, A., López-Hazas-Jiménez, G., Fernández-Vázquez, D., Navarro-López, V., Fernández-González, P., Marcos-Antón, S., Molina-Rueda, F., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2024). Effects of the Powerball® system on muscle strength, coordination, fatigue, functionality and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized clinical trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01325-w>
- Fäldt, Å., & Fredlund, T. (2023). The gyroscopic effect and moment of inertia. *Physics Education*, 58(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aca73a>
- Fauzi, M. R., Widodo, H. M., & Handayani, H. Y. (2025). Pengaruh latihan kekuatan otot lengan terhadap pukulan smash pada permainan bulutangkis SDN 1 Blega. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3), 263–273.

- Hu, X., Zheng, J., Liu, J., Mo, S., Jia, N., Zhao, Z., & Qu, X. (2025). Gyroball exercise can enhance wrist muscle activation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 107, 103758. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2025.103758>
- Ma, S., Soh, K. G., Japar, S. B., Liu, C., Luo, S., Mai, Y., Wang, X., & Zhai, M. (2024). Effect of core strength training on badminton player's performance: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 19(6), e0305116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305116>
- Mahfud, I., Yuliandra, R., & Gumantan, A. (2022). Model latihan shooting bola basket dengan modifikasi ring pada anak usia sekolah menengah pertama. *Journal of Arts and Education*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.33365/jae.v2i1.69>
- Mehta, P., Prabhakar, A. J., & Eapen, C. (2022). Effect of kinesio taping on shoulder maximal voluntary contraction, proprioception and upper limb reaction time in recreational badminton players: A randomized placebo controlled trial. *Physiotherapy Practice and Research*, 43(1). <https://doi.org/10.3233/PPR-210522>
- Nashrullah, A., Hidayatullah, F., & Handayani, H. Y. (2022). Pengukuran aspek kekuatan lengan dengan instrumen push up test pada siswa SMPN 1 Bangkalan secara tatap muka. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(2), 1483–1489. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i2.3232>
- Putra, A. Y., & Lubis, M. H. (2024). Pengaruh metode latihan footwork dan shadow terhadap kelincahan pemain bulutangkis. *Jurnal Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi*, 2(1), 24–38. <https://doi.org/10.59584/jurnalpjkr.v2i1.62>
- Saleh, A., Kahar, I., & Galugu, N. S. (2022). Akurasi pukulan smash pada atlet bulutangkis: Studi pada atlet bulutangkis Kota Palopo. *Jurnal Kejaora (Kesehatan Jasmani dan Olah Raga)*, 7(2), 164–171. <https://doi.org/10.36526/kejaora.v7i2.2207>
- Suhardianto. (2021). Peningkatan hasil belajar servis backhand dalam permainan bulu tangkis melalui metode inquiry pada siswa SMP Negeri 4 Ponrang Kabupaten Luwu. *Indonesian Journal of Physical Activity*, 1(1), 1–4.
- Zhang, L. (2023). Physical strength training methods in badminton teaching and training. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29(1), e2022_0253. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0253