

Hubungan Kekuatan Otot Tungkai Bawah terhadap Stabilitas Fungsional pada Pelari Rekreasional

Ni Komang Tri Utami Wulandari¹, I Putu Gde Surya Adhitya^{2*}, Indah Pramita³, I Putu Yudi Pramana Putra⁴

¹Program Studi Sarjana Fisioterapi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

^{2,3,4}Departemen Fisioterapi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

*Corresponding author: surya_adhitya@unud.ac.id

Abstrak: Olahraga lari merupakan aktivitas fisik populer yang bermanfaat bagi kesehatan. Lari memerlukan stabilitas fungsional yang baik untuk mempertahankan keseimbangan dinamis selama aktivitas lari. Salah satu faktor yang berperan dalam menunjang stabilitas fungsional adalah kekuatan otot tungkai bawah. Penurunan kekuatan otot tungkai bawah dapat memengaruhi kontrol postural dan meningkatkan risiko gangguan stabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah terhadap stabilitas fungsional pada pelari rekreasional di Kota Denpasar. Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional*. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan jumlah sampel sebanyak 46 pelari rekreasional berusia 18-30 tahun. Kekuatan otot tungkai bawah diukur menggunakan *leg dynamometer*, sedangkan stabilitas fungsional diukur menggunakan *modified Star Excursion Balance Test* (mSEBT). Analisis data menggunakan uji korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara kekuatan otot tungkai bawah dengan stabilitas fungsional dengan nilai $p = 0,007$ dan koefisien korelasi $r = 0,391$ yang menunjukkan hubungan yang searah. Disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan otot tungkai bawah berkaitan dengan peningkatan stabilitas fungsional. Pelari rekreasional disarankan melakukan latihan penguatan otot tungkai bawah secara teratur.

Kata Kunci: kekuatan otot tungkai bawah, stabilitas fungsional, pelari rekreasional

Abstract: Running is a popular physical activity that provides various health benefits. Running requires good functional stability to maintain dynamic balance during movement. One of the factors that contributes to functional stability is lower limb muscle strength. Decreased lower limb muscle strength may affect postural control and increase the risk of stability impairment. This study aimed to determine the relationship between lower limb muscle strength and functional stability among recreational runners in Denpasar City. This study used a **cross-sectional** design. The sampling technique used was **purposive sampling** involving 46 recreational runners aged 18–30 years. Lower limb muscle strength was measured using a **leg dynamometer**, while functional stability was assessed using the **Modified Star Excursion Balance Test** (mSEBT). Data analysis was conducted using the Pearson correlation test. The results showed a significant relationship between lower limb muscle strength and functional stability with a p -value of 0.007 and a correlation coefficient of $r = 0.391$, indicating a positive correlation. It can be concluded that increased lower limb muscle strength is associated with improved functional stability. Recreational runners are advised to perform lower limb strengthening exercises regularly.

Keywords: lower limb muscle strength, functional stability, recreational runners

Pendahuluan

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang bermanfaat bagi tubuh karena melibatkan kerja aktif otot dan organ tubuh sehingga meningkatkan aliran darah dan suplai oksigen ke jaringan (Rifki et al., 2024). Salah satu bentuk olahraga yang populer dan mudah dilakukan masyarakat adalah lari (Wardati & Kusuma, 2020). Meskipun demikian, aktivitas lari memiliki risiko cedera akibat beban berulang pada ekstremitas bawah, terutama apabila dilakukan tanpa teknik yang benar dan persiapan fisik yang memadai. Saat berlari, tubuh menerima beban hingga tiga kali berat badan

pada setiap langkah sehingga aktivitas ini sering dikaitkan dengan cedera akibat overuse pada ekstremitas bawah (Fredette et al., 2022). Popularitas lari yang terus meningkat juga menyebabkan semakin banyak masyarakat menjalani lari sebagai aktivitas rekreasi, namun pelari rekreasi umumnya memiliki pola latihan yang tidak selalu terstruktur dan minim pengawasan sehingga berpotensi meningkatkan risiko cedera (Agustin, 2022).

Secara biomekanik, aktivitas lari melibatkan kerja kompleks ekstremitas bawah yang berfungsi menghasilkan gaya dorong, menyerap beban saat fase tumpuan, serta menjaga kontrol gerak selama fase ayun (Kapri et al., 2021). Otot-otot tungkai bawah seperti quadriceps, hamstring, gluteal, gastrocnemius, dan soleus bekerja secara terkoordinasi untuk mempertahankan efisiensi gerak dan kestabilan tubuh selama siklus lari berlangsung. Selain itu, aktivitas lari juga berkaitan erat dengan kemampuan menjaga keseimbangan dan stabilitas fungsional melalui kontrol terhadap perubahan posisi pusat massa tubuh dan gaya reaksi tanah (Kapri et al., 2021). Keterlibatan otot tungkai bawah secara konsisten selama aktivitas lari dapat meningkatkan kekuatan otot yang berperan penting dalam menopang berat badan, menghasilkan dorongan, dan mempertahankan stabilitas tubuh selama berlari (Rifki et al., 2024).

Stabilitas fungsional merupakan kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan dan kontrol postural selama aktivitas dinamis. Pada pelari, stabilitas fungsional sangat penting karena sebagian besar siklus lari berlangsung dalam kondisi tumpuan satu kaki sehingga tubuh harus mampu mempertahankan keseimbangan secara optimal. Salah satu komponen utama yang mendukung stabilitas fungsional adalah keseimbangan dinamis yang berkaitan dengan fungsi dan kekuatan otot ekstremitas bawah (Ruffe et al., 2019). Individu dengan kekuatan otot tungkai bawah yang baik cenderung memiliki kontrol gerak ekstremitas bawah yang lebih optimal sehingga mampu menjaga stabilitas tubuh selama aktivitas dinamis (Widyaswari et al., 2024). Sebaliknya, gangguan pada kekuatan otot, biomekanik, dan koordinasi gerak dapat menurunkan stabilitas fungsional dan meningkatkan risiko cedera pada pelari (Kapri et al., 2021).

Sebagian besar penelitian mengenai kekuatan otot dan stabilitas fungsional masih berfokus pada atlet profesional atau pelari kompetitif, sehingga penelitian pada pelari rekreasi masih terbatas. Padahal, pelari rekreasi memiliki karakteristik latihan, yang cukup bervariasi dibandingkan atlet profesional. Oleh karena itu, penelitian mengenai hubungan kekuatan otot tungkai bawah dan stabilitas fungsional pada pelari rekreasi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pentingnya kekuatan otot tungkai bawah dalam menunjang stabilitas fungsional serta menjadi dasar dalam pengembangan program latihan preventif untuk mendukung performa dan mengurangi risiko cedera pada pelari rekreasi.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan desain studi *cross-sectional* untuk menganalisis hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah dan stabilitas fungsional pada pelari rekreasi. Penelitian dilaksanakan di Lapangan Renon, Denpasar, Bali pada bulan Maret hingga April 2026 dengan populasi target pelari rekreasi di wilayah Denpasar. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 46 pelari rekreasi berusia 18–30 tahun yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian. Kriteria inklusi meliputi pelari rekreasi dengan indeks massa tubuh normal (18,5–22,9 kg/m²), mampu berlari minimal 5 km tanpa bantuan, rutin berlari ≥ 1 –3 kali per minggu selama ≥ 6 bulan, bersedia mengikuti penelitian, serta mampu mengikuti seluruh prosedur penelitian. Kriteria eksklusi meliputi riwayat cedera akut ekstremitas bawah, riwayat operasi ortopedi besar, gangguan neurologis, gangguan vestibular, penyakit kardiovaskular atau respiratori yang tidak terkontrol, konsumsi obat yang memengaruhi sistem neuromuskular, serta kondisi lain yang dapat memengaruhi keseimbangan dan kemampuan fisik subjek.

Besar sampel dihitung menggunakan aplikasi *G*Power* dengan pendekatan *test family exact* dan *statistical test correlation: bivariate normal model* menggunakan *effect size* (r) = 0,40 sehingga diperoleh kebutuhan sampel minimal sebanyak 46 responden. Variabel independen dalam penelitian ini adalah kekuatan otot tungkai bawah, sedangkan variabel dependen adalah stabilitas fungsional dengan variabel kontrol berupa usia, indeks massa tubuh, dan frekuensi latihan. Kekuatan otot tungkai bawah diukur menggunakan *leg dynamometer*, sedangkan stabilitas fungsional diukur menggunakan *Modified Star Excursion Balance Test* (mSEBT). Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Udayana dengan nomor etik 0981/UN14.2.2.VII.14/LT/2026. Seluruh responden telah menandatangani informed consent sebelum penelitian dilakukan dan identitas responden dijaga kerahasiaannya selama proses penelitian. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan karakteristik responden dan distribusi variabel penelitian, sedangkan analisis bivariat dilakukan menggunakan uji korelasi Pearson dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$ untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah dan stabilitas fungsional pada pelari rekreasi.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil

Penelitian ini mengambil subjek penelitian dengan melibatkan pelari rekreasi yang berada di daerah Denpasar, Bali. Sejumlah 46 individu yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun hasil karakteristik subjek penelitian ini :

Analisis Deskriptif

Adapun karakteristik subjek dilihat pada tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Distribusi Data Karakteristik 46 Pelari Rekreasional

Karakteristik	Rata-rata±SD atau n (%)
Usia	20,78 ± 1,97
Jenis Kelamin	
Laki-laki	26 (56,5%)
Perempuan	20 (43,5%)
Indeks massa tubuh (kg/m ²)	21,27 ± 1,17
Frekuensi lari	
1-2 kali/minggu	25 (54,3%)
3-4 kali/minggu	21 (45,7%)
Jarak lari (5-10 km)	46 (100,0%)
Volume lari	
< 10 km/minggu	22 (47,8%)
10-30 km/minggu	24 (52,2%)
Kekuatan Otot Tungkai Bawah (kg)	67,35 ± 17,74
<i>Modified SEBT (Composite Score)</i>	100,32 ± 12,89

Berdasarkan karakteristik 46 pelari rekreasional, rata-rata usia subjek adalah 20,78 tahun dengan rata-rata indeks massa tubuh (IMT) sebesar 21,27 kg/m². Mayoritas subjek berjenis kelamin laki-laki sebanyak 26 orang (56,5%), sedangkan perempuan sebanyak 20 orang (43,5%). Berdasarkan karakteristik aktivitas lari, sebagian besar subjek memiliki frekuensi lari 1–2 kali per minggu (54,3%). Seluruh subjek memiliki jarak tempuh lari 5–10 km, sementara volume lari mingguan sebagian besar berada pada kategori 10–30 km/minggu (52,2%). Rata-rata kekuatan otot tungkai bawah yang diukur menggunakan leg dynamometer sebesar 67,35±17,74 nilai tersebut dapat diinterpretasikan masih berada pada kategori kurang, sedangkan rata-rata stabilitas fungsional yang diukur menggunakan *Modified Star Excursion Balance Test* (mSEBT) sebesar 100,32±12,89 yang menunjukkan bahwa subjek secara umum memiliki keseimbangan dinamis atau stabilitas fungsional yang baik. Hasil tersebut menunjukkan adanya variasi kemampuan kekuatan otot tungkai bawah dan stabilitas fungsional pada pelari rekreasional yang dapat memengaruhi performa serta kontrol keseimbangan dinamis selama aktivitas lari.

Analisis Bivariat

Uji analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan uji Pearson. Pada penelitian ini, analisis bivariat digunakan untuk mengetahui korelasi antara kekuatan otot tungkai bawah terhadap stabilitas fungsional pada pelari rekreasional. Hasil uji analisis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Analisis Bivariat antara Variabel Independent (Kekuatan Otot Tungkai Bawah) dan Variabel Dependent (Stabilitas Fungsional)

Korelasi Variabel	Korelasi	<i>p-value</i>
Kekuatan Otot Tungkai Bawah Stabilitas Fungsional	0,391	0,007

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan bahwa terdapat hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah dengan stabilitas fungsional ($p = 0,007$) dengan nilai koefisien korelasi 0,391 dengan jumlah sampel $N = 46$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah dengan stabilitas fungsional. Nilai positif menunjukkan terdapat hubungan yang searah, yaitu semakin meningkat kekuatan otot tungkai bawah maka semakin meningkat stabilitas fungsional pada pelari rekreasional. Nilai korelasi 0,391 menunjukkan arah hubungan positif dengan kekuatan rendah hingga sedang.

Pembahasan

Karakteristik Subjek

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada pelari rekreasional di Kota Denpasar, Bali dengan melibatkan 46 subjek berusia 18-30 tahun yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling sesuai kriteria inklusi dan eksklusi penelitian. Rata-rata usia subjek sebesar $20,78 \pm 1,97$ tahun yang termasuk dalam kategori dewasa muda, yaitu fase usia dengan kemampuan fisik, kekuatan otot, dan kontrol neuromuskular yang relatif optimal untuk menunjang aktivitas lari dan stabilitas fungsional (Gonçalves et al., 2022). Mayoritas subjek berjenis kelamin laki-laki sebanyak 26 orang (56,5%), sedangkan perempuan sebanyak 20 orang (43,5%). Rata-rata indeks massa tubuh (IMT) subjek sebesar $21,27 \pm 1,17$ kg/m² yang termasuk dalam kategori normal, sehingga menunjukkan komposisi tubuh yang relatif ideal dalam mendukung performa fisik dan kontrol postural selama aktivitas dinamis seperti berlari (Guzmán-Muñoz et al., 2025).

Karakteristik aktivitas latihan menunjukkan sebagian besar subjek memiliki frekuensi latihan lari 1–2 kali per minggu sebanyak 25 orang (54,3%). Seluruh subjek memiliki jarak tempuh lari 5–10 km, sedangkan volume lari mingguan sebagian besar berada pada kategori 10-30 km/minggu sebanyak 24 orang (52,2%). Gambaran tersebut menunjukkan bahwa subjek penelitian termasuk dalam kategori pelari rekreasional aktif dengan kebiasaan latihan yang cukup rutin, sehingga dapat memberikan adaptasi fisik terhadap aktivitas lari, khususnya pada kemampuan kontrol gerak dan stabilitas dinamis ekstremitas bawah selama berlari.

Hasil pengukuran kekuatan otot tungkai bawah menggunakan *leg dynamometer* menunjukkan rata-rata sebesar $67,35 \pm 17,74$ kg. Berdasarkan norma kekuatan otot tungkai, nilai < 159 kg termasuk dalam kategori kurang, yang menunjukkan bahwa pelari rekreasional pada

penelitian ini belum memiliki kekuatan otot tungkai bawah yang optimal (Widiastuti, 2018). Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh pola latihan pelari rekreasi yang umumnya tidak selalu disertai program penguatan otot secara spesifik dan terstruktur. Sementara itu, hasil pengukuran stabilitas fungsional menggunakan *Modified Star Excursion Balance Test* (mSEBT) menunjukkan rata-rata sebesar $100,32 \pm 12,89$ yang menggambarkan kemampuan kontrol postural dinamis yang cukup baik (van Lieshout et al., 2016). Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum subjek penelitian memiliki stabilitas fungsional atau keseimbangan dinamis yang baik. Interpretasi ini didasarkan pada cut-off point composite score MSEBT sebesar 94%, di mana nilai di bawah 94% dikaitkan dengan peningkatan risiko cedera ekstremitas bawah, sedangkan nilai di atas 94% menunjukkan kemampuan kontrol postural dinamis yang baik dan risiko cedera yang lebih rendah (Drouet et al., 2022). Stabilitas fungsional yang baik pada pelari rekreasi penting dalam menjaga keseimbangan, mengontrol gerakan ekstremitas bawah, serta mendukung efisiensi gerak selama aktivitas lari.

Hubungan Kekuatan Otot Tungkai Bawah terhadap Stabilitas Fungsional

Berdasarkan hasil analisis hubungan antara kekuatan otot tungkai bawah dan stabilitas fungsional pada pelari rekreasi menggunakan uji korelasi Pearson, diperoleh nilai signifikansi $p = 0,007$ dengan koefisien korelasi $r = 0,391$. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan arah hubungan positif dan tingkat korelasi rendah hingga sedang, sehingga semakin tinggi kekuatan otot tungkai bawah maka semakin baik pula stabilitas fungsional pada pelari rekreasi. Temuan ini menunjukkan bahwa kekuatan otot tungkai bawah merupakan salah satu komponen fisik yang berhubungan dengan kemampuan mempertahankan stabilitas fungsional selama aktivitas lari.

Secara teoritis, kekuatan otot tungkai bawah berperan dalam menghasilkan gaya dorong, menyerap beban saat fase tumpuan, serta menjaga kontrol gerak selama fase ayun pada aktivitas lari (Kapri et al., 2021). Stabilitas fungsional sendiri merupakan kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan dan kontrol postural selama aktivitas dinamis, khususnya pada kondisi tumpuan satu kaki selama siklus lari (Meardon et al., 2016). Hubungan kedua variabel pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui peran otot tungkai bawah sebagai penggerak sekaligus penstabil sendi dan pengontrol postur tubuh saat menerima gaya reaksi secara berulang (Kapri et al., 2021). Kekuatan otot yang baik memungkinkan tubuh mempertahankan kontrol gerak dan keseimbangan dinamis dengan lebih optimal, sedangkan kelemahan otot dapat menurunkan stabilitas fungsional (Leng et al., 2022).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wulansari et al. (2025), Widyaswari et al. (2024), dan Gülaç (2018) yang menunjukkan bahwa kekuatan otot ekstremitas bawah berhubungan

dengan keseimbangan dan stabilitas postural. Pada pelari rekreasional, hubungan ini menjadi penting karena pola latihan yang bervariasi dan tidak selalu terstruktur dapat memengaruhi perkembangan kekuatan otot dan kemampuan mempertahankan stabilitas selama berlari (Boullosa et al., 2020). Dengan demikian, latihan penguatan otot tungkai bawah perlu dipertimbangkan sebagai bagian penting dalam menunjang performa dan menjaga stabilitas fungsional pada pelari rekreasional.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan otot tungkai bawah memiliki hubungan yang signifikan dengan stabilitas fungsional pada pelari rekreasional di Kota Denpasar. Semakin baik kekuatan otot tungkai bawah yang dimiliki pelari, maka semakin baik pula kemampuan dalam mempertahankan stabilitas fungsional selama aktivitas lari. Temuan ini menunjukkan bahwa kekuatan otot tungkai bawah berperan dalam menunjang kontrol postural dan keseimbangan dinamis pada pelari rekreasional. Oleh karena itu, latihan penguatan otot tungkai bawah secara teratur dapat dipertimbangkan sebagai upaya untuk meningkatkan stabilitas fungsional serta membantu menurunkan risiko gangguan keseimbangan dan cedera saat berlari.

Ucapan Terimakasih

Peneliti berterima kasih kepada para peserta yang secara sukarela untuk penelitian ini, serta para dosen pembimbing dan rekan sejawat di Program Studi Sarjana Fisioterapi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang memberikan dukungan.

Referensi

- Agustin, F. S. (2022). *Hubungan Jarak Tempuh Lari terhadap Kejadian Cedera pada Pelari Rekreasional*. Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Da Rosa, R. G., & Del Coso, J. (2020). Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. In *Sports* (Vol. 8, Number 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Drouet, N., Bassement, J., & Barbier, F. (2022). *The Modified Star Excursion Balance Test for the Detection of Injury Risk in Elite Female Handball Players*.
- Fredette, A., Roy, J. S., Perreault, K., Dupuis, F., Napier, C., & Esculier, J. F. (2022). The Association between Running Injuries and Training Parameters: A Systematic Review. In *Journal of Athletic Training* (Vol. 57, Number 7, pp. 650–671). National Athletic Trainers' Association Inc. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0195.21>
- Gonçalves, C., Bezerra, P., Vila-Chã, C., Leão, C., Brandão, A., & Cancela, J. M. (2022). The Relationship Between Static and Dynamic Balance in Active Young Adults. *Human Movement*, 23(2), 65–75. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.106165>
- Gülaç, M. (2018). Examination of the Correlation between Dynamic Balance and Leg Strength of 11 and 12-Year-Old Children Who Have Fencing Training. *Asian Journal of Education and Training*, 5(1), 39–43. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2019.51.39.43>
- Guzmán-Muñoz, E., Castillo-Paredes, A., Montalva-Valenzuela, F., Alarcón-Rivera, M., Valdes-Badilla, P., Hernandez-Martinez, J., & Fuentes-Barría, H. (2025). Relationship of Nutritional Status and Physical Activity Level with Dynamic Postural Balance in Young Adults. *Obesities*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/obesities5020024>

- Kapri, E., Mehta, M., & S, K. (2021). Biomechanics of running: An overview on gait cycle. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 1–9. <https://doi.org/10.34256/ijpefs2131>
- Leng, H., Shi, X., Wang, H., Xue, A., Meng, L., Zeng, Z., & Zha, X. (2022). Correlation between Dynamic Balance Ability and Lower Limb Muscle Strength of University Students. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 14(3), 432–430. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.14.3.0546>
- Meardon, S., Klusendorf, A., & Kernozek, T. (2016). Influence of Injury on Dynamic Postural Control in Runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 131–138.
- Rifki, N. A., Anugrah, P. R., Wibowo, B. M., Irwansyah, M. A. B., Pradana, M. B., Hudaya, R., & Armiaty, Y. O. (2024). Peran Olahraga Lari untuk Meningkatkan Kesehatan Fisik dan Kualitas Hidup Terhadap Mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan di Universitas Negeri Semarang. In *Jurnal Angka* (Vol. 1, Number 2). <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka>
- Ruffe, N. J., Sorce, S. R., Rosenthal, M. D., & Rauh, M. J. (2019). LOWER QUARTER-AND UPPER QUARTER Y BALANCE TESTS AS PREDICTORS OF RUNNING-RELATED INJURIES IN HIGH SCHOOL CROSS-COUNTRY RUNNERS. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(5), 695–706. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190695>
- van Lieshout, R., Reijneveld, E. A. E., van den Berg, S. M., Haerkens, G. M., Hocnders, N. H., de Leeuw, A. J., van Oorsouw, R. G., Paap, D., Scheffer, E., Weterings, S., & Stukstette, M. J. (2016). Reproducibility of the Modified Star Excursion Balance Test Composite and Specific Reach Direction Scores. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
- Wardati, Z. K., & Kusuma, D. A. (2020). *Analisis Opini Pelari Rekreasional terhadap Faktor Penyebab Cedera pada Olahraga Lari*.
- Widiastuti, 2018. Tes dan pengukuran Olahraga
- Widyaswari, N. M. A., Kamayoga, I. D. G. A., Indrayani, A. W., & Dewi, A. A. N. T. N. (2024). The relationship between leg muscle strength and dynamic balance in skateboard players. *Physical Therapy Journal of Indonesia*, 5(2), 95–98. <https://doi.org/10.51559/ptji.v5i2.191>
- Wulansari, D. A., Seto, B. A., & Dayanto, D. (2025). Relationship between Q-Angle, Footprint, and Leg Muscle Strength on Dynamic Balance of Basketball Athletes. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 7(4), 109–114. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v7i4.6035>