

## Kekuatan otot punggung dan ekstensi batang tubuh: apakah saling berkaitan pada mahasiswa pendidikan olahraga?

### *Back muscle strength and trunk extension: are they related in physical sport students?*

Deny Pradana Saputro<sup>1\*</sup>, Nagoor Meera<sup>2</sup>, Hilmy Aliriad<sup>3</sup>, Alan Alfiansyah Putra Karo-Karo<sup>4</sup>,  
Boby Helmi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

<sup>2</sup>Faculty of Sport Science and Recreation, Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia

<sup>3</sup>Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Jawa Timur, Indonesia

<sup>4,5</sup>Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, STOK Bina Guna, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

\*Correspondence: [deny.pradana@lecturer.unri.ac.id](mailto:deny.pradana@lecturer.unri.ac.id)

Received: 11/12/2025; Accepted: 24/04/2026; Published: 28/04/2026

Cara penulisan rujukan: Saputro, D., Abdullah, N. M., Aliriad, H., Helmi, B., & Karo-Karo, A. A. P. (2025). Back muscle strength and trunk extension: are they related in physical sport students?. *Bima Loka: Journal of Physical Education*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.26740/bimaloka.v6i1.48537>

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot punggung dan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher pada mahasiswa Pendidikan Olahraga. Kekuatan otot punggung diukur menggunakan *Back Dynamometer (Back-D)*, sedangkan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher diukur menggunakan *Extension Dynamometer (Extension-D)*. Penelitian menggunakan desain *cross-sectional correlational* dengan sampel 38 mahasiswa yang memenuhi kriteria inklusi. Prosedur pengukuran dilakukan dua kali untuk masing-masing instrumen dan nilai tertinggi digunakan untuk analisis. Uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ). Uji linearitas menghasilkan nilai  $R^2 = 0.0007$  yang mengindikasikan tidak adanya hubungan linear antara kedua variabel. Uji korelasi *Spearman* kemudian digunakan dan menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara kekuatan otot punggung dan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher ( $p = -0.030$ ;  $p = 0.860$ ). Hasil penelitian ini menegaskan bahwa kedua kapasitas fisik tersebut merupakan domain yang berdiri sendiri dan tidak saling memengaruhi secara langsung. Dengan demikian, *Back-D* dan *Extension-D* tidak dapat digunakan secara saling menggantikan dalam evaluasi fungsi *trunk*, dan masing-masing instrumen sebaiknya diterapkan sesuai tujuan pengukuran.

**Kata-kata kunci:** kekuatan otot punggung, ekstensi batang tubuh, back dynamometer, extension dynamometer, tes dan pengukuran

#### Abstract

This study aimed to determine the relationship between back muscle strength and trunk and neck extension ability in Physical Sport students. Back muscle strength was measured using a *Back Dynamometer (Back-D)*, while trunk and neck extension ability was measured using an *Extension Dynamometer (Extension-D)*. This study used a *cross-sectional correlational* design with a sample of 38 students who met the inclusion criteria. The measurement procedure was carried out twice for each instrument, and the highest value was used for analysis. The *Shapiro-Wilk* normality test showed that all data were normally distributed ( $p > 0.05$ ). The linearity test produced an  $R^2$  value of 0.0007, indicating no linear relationship between the two variables. The *Spearman* correlation test was then used and showed no significant relationship between back muscle strength and trunk and neck extension

ability ( $\rho = -0.030$ ;  $p = 0.860$ ). The results of this study confirm that these two physical capacities are independent domains and do not directly influence each other. Thus, the Back-D and Extension-D cannot be used interchangeably in evaluating trunk function, and each instrument must be applied according to the measurement objectives.

**Keywords:** back muscle strength, trunk extension, back dynamometer, extension dynamometer, tests and measurements

## PENDAHULUAN

Kekuatan dan fleksibilitas otot punggung merupakan dua komponen penting dalam fungsi gerak manusia, khususnya dalam aktivitas yang membutuhkan stabilitas dan rentang gerak *trunk* (Chen & Lin, 2024; Hashemirad et al., 2009). Keduanya berperan besar dalam mempertahankan postur, mendistribusikan gaya, serta mengoptimalkan kontrol gerakan pada aktivitas fungsional (Nasirudin et al., 2022; Segita, 2021; Wowiling & Lolombulan, 2016). Otot inti, termasuk *erector spinae* diketahui berfungsi sebagai sistem stabilisasi yang menjaga kesetimbangan dan perlindungan tulang belakang selama aktivitas dinamis (Peate et al., 2007). Fungsi stabilisasi ini membentuk landasan biomekanik bagi gerakan ekstremitas maupun rotasi dan fleksi *trunk* (Bliven & Anderson, 2013; Kibler et al., 2006).

Fleksibilitas *trunk*, khususnya pada gerakan fleksi dan ekstensi, memiliki hubungan yang erat dengan pola aktivasi otot punggung (Oliva-lozano, 2020). Penelitian (Chen et al., 2020) menunjukkan bahwa tingkat fleksibilitas yang diukur melalui berbagai tes fleksibilitas (misalnya *sit-and-reach*, *toe-touch*) berkaitan dengan pola *flexion relaxation phenomenon (FRP)*, yaitu perubahan aktivasi *erector spinae* selama *trunk flexion*. Temuan ini menunjukkan bahwa fleksibilitas tidak hanya menentukan rentang pergerakan, tetapi juga mempengaruhi perilaku neuromuskular otot punggung selama aktivitas fleksi.

Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa intervensi yang menargetkan otot inti dapat menghasilkan perubahan simultan pada kekuatan, endurance, dan mobilitas *trunk*. (Mahmood et al., 2022) menemukan bahwa latihan stabilisasi inti dapat meningkatkan *trunk mobility* dan fungsi gerak pada populasi klinis. Temuan serupa dilaporkan oleh studi lain yang menunjukkan bahwa program latihan stabilitas inti selama delapan minggu dapat meningkatkan fungsi dan endurance otot-otot *trunk* (Hoppe et al., 2016). Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan fisiologis antara kontrol neuromuskular, kekuatan otot *trunk*, dan kapasitas untuk menghasilkan rentang gerak yang optimal.

Meskipun demikian, hubungan antara kekuatan otot punggung dan fleksibilitas *trunk* tidak selalu linear. Penelitian terbaru oleh (Althobaiti et al., 2025) menunjukkan bahwa variasi kekuatan *trunk* dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti pola aktivasi otot, karakteristik individu, dan respons terhadap latihan. Hal ini menandakan bahwa kekuatan *trunk* tidak hanya ditentukan oleh faktor struktural, tetapi juga oleh mekanisme neuromuskular yang dapat berkorelasi dengan atau berbeda dari fleksibilitas.

Dalam konteks pengukuran, alat seperti *Back Dynamometer (Back-D)* telah digunakan untuk menilai kekuatan otot punggung di beberapa penelitian misalnya (Delfa-de-la-morena et al., 2025; Nurhidayah et al., 2024; Salinas-asensio et al., 2025; Shamsi et al., 2025). Begitupula dengan *Extension Dynamometer (Extension-D)* yang digunakan untuk mengukur fleksibilitas (Kim et al., 2014; Lee et al., 2009; Yoo, 2016). Meskipun keduanya mengukur komponen yang berbeda, yakni kekuatan *erector spinae* dan kapasitas *extensibility trunk*, namun berdasarkan pengamatan yang peneliti lakukan pada mahasiswa Pendidikan Olahraga saat praktik perkuliahan tes dan pengukuran olahraga di Universitas Riau ditemukan adanya kemungkinan kontribusi kekuatan otot punggung pada performa gerak yang diukur dalam tes ekstensi. Gerakan ekstensi *trunk* menuntut aktivasi otot punggung untuk mengangkat tubuh, sehingga individu dengan otot punggung yang lebih kuat berpotensi menghasilkan rentang gerak ekstensi yang lebih besar karena kemampuan menghasilkan gaya yang lebih efektif. Selain itu,

ditemukan kecenderungan bahwa mahasiswa yang memiliki skor *Back-D* tinggi tidak selalu mencapai skor *Extension-D* yang optimal, atau sebaliknya.

Berdasarkan landasan teoritis dan temuan empiris sebelumnya, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui apakah kekuatan otot punggung memiliki hubungan positif dengan ekstensi *trunk* atau batang tubuh ketika diukur menggunakan *Back Dynamometer (Back-D)* dan *Extension Dynamometer (Extension-D)*. Secara lebih rinci apakah individu dengan kekuatan otot punggung yang sangat tinggi justru memiliki kelentukan *trunk* dalam hal kemampuan untuk ekstensi yang tidak maksimal karena mungkin terlalu “tegang” sehingga mobilitas terbatas atau mungkin Individu dengan kelentukan sangat tinggi justru memiliki kekuatan togok rendah. Pemahaman mengenai hubungan ini juga penting jika berfokus pada alat yang digunakan, yaitu apakah penggunaan kedua alat tersebut saling mendukung satu sama lain saat digunakan untuk pengukuran atau malah tidak memiliki relasi sama sekali.

Namun, asumsi tersebut tentu belum diuji secara empiris dan spesifik dengan menggunakan kedua instrumen tersebut secara bersamaan pada populasi non-klinis, khususnya mahasiswa Pendidikan Olahraga. Berdasarkan telaah literatur, sebagian besar penelitian sebelumnya melibatkan populasi dengan masalah klinis atau muskuloskeletal, seperti nyeri punggung bawah atau disfungsi *trunk* misalnya (Cho et al., 2020; Farragher et al., 2019; Vlažny et al., 2021), meskipun terdapat pula studi yang melibatkan populasi non-klinis (Kim et al., 2023). Hingga saat ini, sejauh pengetahuan penulis, belum terdapat penelitian yang secara eksplisit menguji hubungan antara kekuatan otot punggung dan kemampuan ekstensi *trunk* yang diukur menggunakan *Back-D* dan *Extension-D* pada mahasiswa Pendidikan Olahraga yang tidak memiliki Riwayat klinis pada area yang diukur.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara kekuatan otot punggung dan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher pada mahasiswa Pendidikan Olahraga menggunakan *Back Dynamometer* dan *Extension Dynamometer*. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pemahaman hubungan antar komponen kondisi fisik, serta implikasi praktis bagi pembelajaran materi kebugaran jasmani dan mata kuliah tes dan pengukuran, khususnya dalam membantu calon guru olahraga memahami pemilihan dan interpretasi instrumen pengukuran yang tepat dan berbasis konstruk.

## METODE

Penelitian ini menggunakan *Cross-sectional correlational* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel pada satu titik waktu saja tanpa mengamati perubahan seiring berjalannya waktu (Bordens & Abbott, 2018). Penelitian ini menggunakan dua instrumen untuk mengambil data masing-masing variabel. Kekuatan otot punggung diukur menggunakan *Back Dynamometer (Back-D)* dan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher menggunakan *Extension Dynamometer (Extension-D)*. Kedua alat ukur tersebut merupakan produk yang dibuat oleh TAKEI, Jepang.

Populasi yang digunakan adalah semua mahasiswa pendidikan jasmani, kesehatan dan rekreasi kelas 5A pada mata kuliah Tes dan Pengukuran Olahraga yang berjumlah 39. Sampel yang digunakan adalah mahasiswa yang tidak memiliki rekam jejak cedera pada area yang diukur. Teridentifikasi 1 orang mahasiswa yang memiliki riwayat cedera punggung sehingga sampel yang digunakan hanya berjumlah 38 mahasiswa (27 laki-laki dan 11 perempuan). Usia rata-rata serta penyebaran variasi adalah ( $20.42 \pm 0.72$ ). Semua peserta menjalani dua pengukuran untuk setiap alat dengan mengambil nilai tertinggi dari dua percobaan digunakan untuk analisis.

Data dalam penelitian dianalisis menggunakan SPSS versi 20 untuk menguji normalitas data (*Shapiro-Wilk*). Uji ini dipilih karena sampel kurang dari 50. Uji berikutnya adalah uji linieritas menggunakan bantuan program di excel. Interpretasi tingkat kekuatan hubungan menggunakan untuk uji linieritas ( $R^2$ ) yaitu 0.00 – 0.09 (sangat lemah / tidak ada hubungan), 0.10 – 0.29 (lemah), 0.30 – 0.49 (sedang), dan  $\geq 0.50$  (kuat). Uji terakhir dilakukan

menggunakan *Spearman Rank Correlation* untuk mengetahui bagaimana hubungan antara variabel X dan Y. Uji ini dipilih berdasarkan hasil uji linieritas..

## HASIL

Bagian hasil dalam penelitian ini akan diawali dengan menyajikan data tentang uji normalitas dan dilanjutkan dengan uji linieritas serta uji korelasi antara variabel kekuatan otot punggung (X) dan ekstensi batang tubuh dan leher (Y).

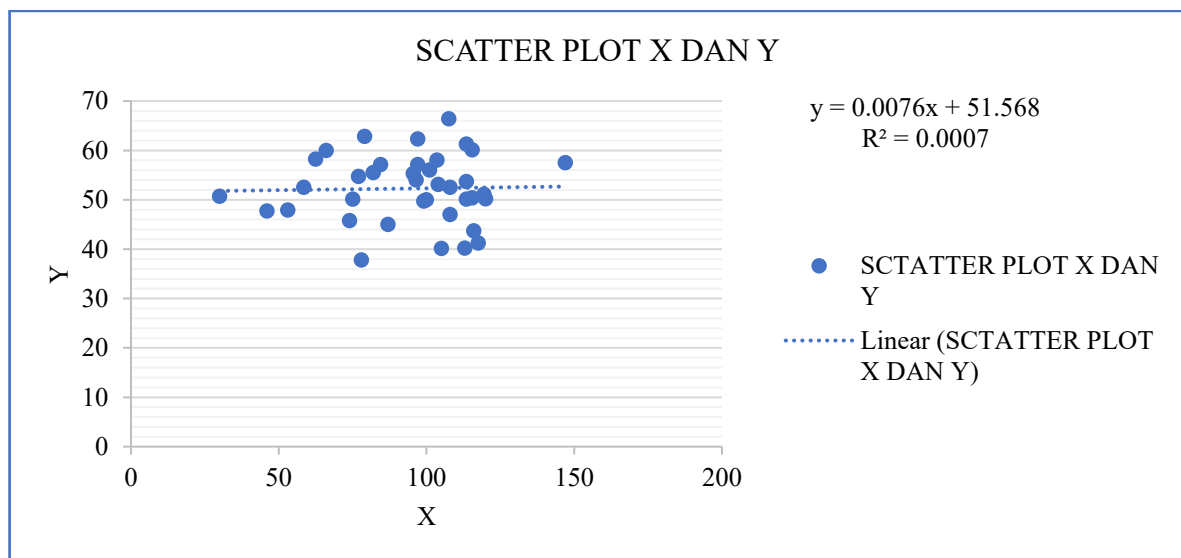
**Tabel 1.** Uji normalitas data kekuatan otot punggung (X) dan ekstensi batang tubuh (Y)

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
X	0.950	38	0.089
Y	0.986	38	0.903

Hasil uji normalitas berdasarkan **tabel 1** menunjukkan bahwa variabel X ( $p= 0,89$ ) dan Y ( $p= 0,903$ ) memiliki nilai  $> 0,05$ . Artinya data X (Kekuatan otot punggung) dan data Y (ekstensi batang tubuh dan leher) berdistribusi normal. Selanjutnya untuk uji linieritas yang disajikan dalam bentuk scatterplot dapat dilihat **gambar 1**.

Hasil uji linieritas yang disajikan pada **gambar 1** menunjukkan bahwa distribusi data tidak membentuk pola linear yang jelas dan nilai  $R^2$  sangat kecil (0.0007), sehingga hubungan linear tidak terpenuhi.

$R^2$  menunjukkan seberapa besar variabel X mampu menjelaskan variasi variabel Y. Nilai  $R^2 = 0.0007$  sama dengan 0.07%. Ini berarti X hanya menjelaskan 0.07% variasi Y. Dengan kata lain, 99.93% perubahan Y disebabkan faktor lain, bukan X.



**Gambar 1.** Hasil uji linieritas variabel X (Kekuatan otot punggung-Back Dynamometer by TAKEI) dan variabel Y (Ekstensi batang tubuh dan leher-Extension Dynamometer by TAKEI)

**Tabel 2.** Hasil uji korelasi kekuatan otot punggung dan ekstensi batang tubuh dan leher

Correlations			X	Y
Spearman's rho	X	Correlation Coefficient	1.000	-0.030
		Sig. (2-tailed)	0.000	0.860
		N	38	38
	Y	Correlation Coefficient	-0.030	1.000

Sig. (2-tailed)	0.860	0.000
N	38	38

Hasil analisis *Spearman* menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kekuatan otot punggung (X) dan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher (Y) ( $\rho = -0.030$ ;  $p = 0.860 > 0.05$ ;  $n = 38$ ). Koefisien korelasi yang sangat kecil mengindikasikan bahwa perubahan pada kekuatan otot punggung tidak berhubungan secara bermakna dengan variasi kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher pada mahasiswa olahraga. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada variabel X tidak berasosiasi dengan perubahan pada variabel Y.

## DISKUSI

Temuan dalam studi ini menunjukkan bahwa kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher tidak dipengaruhi secara langsung oleh tingkat kekuatan otot punggung sebagaimana diukur menggunakan *Back Dynamometer*. Gerakan ekstensi togok merupakan aktivitas biomekanis yang melibatkan kontribusi simultan berbagai kelompok otot, termasuk otot-otot ekstensor tulang belakang, fleksor panggul, otot abdominal, serta faktor stabilitas inti. Oleh karena itu, kekuatan otot punggung saja tidak cukup untuk menjelaskan kemampuan ekstensi togok.

Secara anatomis, otot *erector spinae* memang terlibat dalam gerakan ekstensi *trunk*. Namun, kemampuan menghasilkan ekstensi maksimal bukan hanya ditentukan oleh kekuatan otot tersebut. Gerakan ekstensi merupakan aktivitas kompleks yang melibatkan mobilitas segmen torakal dan lumbal, kemampuan rotasi pelvis ke arah anterior, fleksibilitas jaringan pasif seperti ligamen dan fascia thoracolumbalis, koordinasi neuromuskular berbagai otot *trunk*, termasuk *gluteus maximus*, *multifidus*, dan otot abdominal sebagai stabilisator.

McGill (2016) menekankan bahwa performa atau gerakan *trunk* lebih ditentukan oleh pola aktivasi, kontrol motorik, dan teknik, bukan semata kekuatan maksimal. Dengan demikian, seseorang dengan kekuatan punggung yang besar tidak otomatis memiliki amplitudo ekstensi yang tinggi apabila mobilitas tulang belakang atau panggulnya terbatas. Sebaliknya, individu dengan fleksibilitas tinggi dapat menghasilkan ekstensi besar meskipun kekuatannya sedang.

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi (Chen et al., 2020), yang menunjukkan bahwa fleksibilitas *trunk* memiliki pengaruh signifikan terhadap pola aktivasi *erector spinae* selama gerakan fleksi–ekstensi, tetapi tidak berkaitan langsung dengan kekuatan isometrik otot. Ketiadaan korelasi yang signifikan juga dapat dijelaskan dari perbedaan mendasar antara mekanisme pengukuran kedua alat, dimana *Back Dynamometer* mengukur *maximal isometric back extensor strength* pada posisi semi-fleksi dengan fokus pada kemampuan otot menghasilkan gaya, bukan rentang gerak dan tidak melibatkan mobilitas *trunk* secara aktif. Sedangkan *Extension Dynamometer* mengukur kemampuan ekstensi *trunk* melalui *range of motion* fungsional yang sangat dipengaruhi fleksibilitas tulang belakang, mobilitas panggul, dan kontrol motorik dan Tidak menekankan kekuatan isometrik maksimal. Penelitian (Lee et al., 2009; Yoo, 2016) menunjukkan bahwa performa ekstensi *trunk* sangat dipengaruhi oleh fleksibilitas dan kontrol pelvis, bukan kekuatan punggung semata. Artinya, kedua alat ini mengukur kapasitas fisik yang berbeda, sehingga secara teoretis memang tidak harus berkorelasi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan sejumlah studi terkini yang menunjukkan bahwa kekuatan *trunk* dan fleksibilitas *trunk* bukanlah komponen yang bersifat linear. Althobaiti et al. (2025) melaporkan bahwa variasi kekuatan *trunk* lebih dipengaruhi oleh pola aktivasi neuromuskular, bukan mobilitas atau fleksibilitas. Shamsi et al. (2025) menemukan bahwa kekuatan ekstensor punggung tidak berhubungan dengan performa tugas motorik yang menuntut mobilitas dan keseimbangan. Ditegaskan oleh Mahmood et al. (2022) bahwa peningkatan fleksibilitas *trunk* akibat latihan tidak selalu diikuti peningkatan kekuatan. Selanjutnya Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa fleksibilitas memodulasi pola aktivasi otot,

bukan kemampuan gaya isometrik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa kekuatan otot punggung dan kemampuan ekstensi *trunk* merupakan dua domain kapasitas fisik yang berdiri sendiri.

Temuan ini memiliki implikasi langsung dan praktis untuk pengajaran mata kuliah kebugaran jasmani dan tes & pengukuran bagi mahasiswa Pendidikan Olahraga, bahwa dosen perlu menekankan pada mahasiswa calon guru bahwa pemilihan instrumen pengukuran harus didasarkan pada konstruk yang hendak diukur, bukan asumsi antar alat. Dalam praktik pengajaran, mahasiswa sebaiknya dilatih melakukan penilaian yang menggabungkan berbagai tes misalnya dalam penelitian kami tentang tes kekuatan otot punggung dan tes rentang gerak, sehingga interpretasi hasil menjadi lebih valid dan berguna untuk intervensi pembelajaran atau program latihan. Pendekatan ini konsisten dengan rekomendasi untuk menggunakan baterai pengukuran yang komprehensif dalam konteks sekolah dan program kesehatan, bukan satu tes tunggal sebagai indikator kebugaran keseluruhan (Krochmal et al., 2021).

Selanjutnya, dalam mata kuliah tes dan pengukuran, materi praktik harus memasukkan modul tentang keandalan dan keterbatasan alat serta prosedur standar pengujian, karena hal-hal teknis tersebut menentukan makna hasil pengukuran. Literatur menunjukkan bahwa *back dynamometer* memiliki validitas dan reliabilitas tinggi (Nurhidayah et al., 2024) tentunya bila prosedur standar diterapkan. Oleh karena itu, pengajaran harus memberi pengalaman langsung bagi mahasiswa dalam melakukan, menginterpretasi, dan menjelaskan perbedaan hasil. Metode pengajaran semacam ini menjadikan fitness testing bukan sekadar prosedur teknis, melainkan alat pembelajaran untuk membentuk literasi kebugaran dan kemampuan memutuskan intervensi pembelajaran yang tepat (Quennerstedt et al., 2025).

Sebagai bagian dari kapabilitas profesional calon guru olahraga, kurikulum perlu memasukkan pengetahuan tentang kapan dan bagaimana menggunakan *Back Dynamometer* dan *Extension Dynamometer* dalam konteks pembelajaran: misalnya, *Back Dynamometer* relevan untuk skrining atau monitoring kekuatan maksimal punggung (berguna untuk program penguatan), sedangkan *Extension Dynamometer* atau pengukuran rentang gerak lebih sesuai bila tujuan adalah menilai fleksibilitas fungsional atau kesiapan gerak. Ini mendukung pernyataan Morrow et al. (2016) dan Sathish et al. (2025) bahwa tes harus dipilih dan diinterpretasikan sesuai dengan tujuan pengukuran spesifik. Materi seperti ini juga harus ditempuh dengan referensi metodologis dari literatur measurement in PE agar lulusan paham kaidah ilmiah pengukuran.

Sebagai catatan praktis untuk pengajaran di perguruan tinggi bahwa tugas akhir/praktikum dapat menyertakan proyek mini misalnya dengan cara merancang protokol asesmen *trunk* komprehensif, mengumpulkan data pada rekan sekelas, lalu membuat rekomendasi program latihan untuk melatih keterampilan teknis dan kemampuan komunikatif calon guru olahraga dalam menyampaikan hasil asesmen kepada murid dan stakeholder sekolah.

Beberapa keterbatasan penelitian perlu dicatat bahwa sampel homogen (usia 20–21 tahun dan fisik aktif). Selain itu, subjek dalam penelitian ini juga merupakan mahasiswa olahraga yang tidak memiliki keluhan apapun pada bagian yang diukur dan jumlah subjek yang dilibatkan sedikit. Penelitian ini juga tidak menganalisis faktor antropometri, mobilitas thorakal, atau fleksibilitas panggul dan Pengukuran dilakukan dalam satu sesi tanpa mempertimbangkan efek kelelahan. sehingga penelitian masa depan perlu mengantisipasi beberapa hal yang sudah disebutkan.

## SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kekuatan otot punggung tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kemampuan ekstensi batang tubuh dan leher pada mahasiswa Pendidikan Jasmani. Kedua komponen tersebut merupakan kapasitas fisik yang berdiri sendiri dan tidak saling memengaruhi secara langsung. Oleh karena itu, penggunaan *Back*

*Dynamometer* dan *Extension Dynamometer* dapat dilakukan secara terpisah sesuai tujuan pengukuran masing-masing.

## REFERENSI

- Althobaiti, S., Jiménez-Grande, D., Deane, J. A., & Falla, D. (2025). Explaining trunk strength variation and improvement following resistance training in people with chronic low back pain: Clinical and performance-based outcomes analysis. *Scientific Reports*, *15*(1), Article 8657. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93280-2>
- Bliven, K. C. H., & Anderson, B. E. (2013). Core stability training for injury prevention. *Sports Health*, *5*(6), 514–522. <https://doi.org/10.1177/1941738113481200>
- Bordens, K. S., & Abbott, B. B. (2018). *Research design and methods: A process approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chen, Y., Hu, Y., Chuan, Y., Wang, T., & Chen, Y. (2020). Flexibility measurement affecting the reduction pattern of back muscle activation during trunk flexion. *Applied Sciences*, *10*(17), Article 5967. <https://doi.org/10.3390/app10175967>
- Chen, Y., & Lin, W. (2024). Enhancing understanding: Back muscle strength and individual flexibility impact on the flexion-relaxation phenomenon in the lumbar erector spinae. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *79*, Article 102949. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2024.102949>
- Cho, J., Lee, K., & Lim, S. (2020). Aged lumbar extension strength of chronic low back pain in Korean population of 10–80 years. *Iranian Journal of Public Health*, *49*(10), 1894–1901. <https://doi.org/10.18502/ijph.v49i10.4692>
- Delfa-de-la-Morena, J. M., Paes, P. P., Júnior, F. C., Feitosa, R. C., Priscila, D., & Oliveira, L. De. (2025). Relationship of physical activity levels and body composition with psychomotor performance and strength in men. *Healthcare*, *13*(15), Article 1789. <https://doi.org/10.3390/healthcare13151789>
- Farragher, J. B., Pranata, A., Williams, G., El-Ansary, D., Parry, S. M., Kasza, J., & Bryant, A. (2019). Effects of lumbar extensor muscle strengthening and neuromuscular control retraining on disability in patients with chronic low back pain: A protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, *9*(8), Article e028259. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028259>
- Hashemirad, F., Talebian, S., Hatef, B., & Kahlaee, A. H. (2009). The relationship between flexibility and EMG activity pattern of the erector spinae muscles during trunk flexion–extension. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *19*(5), 746–753. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.02.004>
- Hoppes, C. W., Sperier, A. D., Hopkins, C. F., Griffiths, B. D., Principe, M. F., Schnall, B. L., Bell, J. C., & Koppenhaver, S. L. (2016). The efficacy of an eight-week core stabilization program on core muscle function and endurance: A randomized trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *11*(4), 507–519. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4970841/>

- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Kim, T., Kim, G., Park, H., Kang, E. K., & Baek, S. (2023). Back extensor strength as a potential marker of frailty using propensity score matching and machine learning. *Journal of Clinical Medicine*, 12(19), Article 6156. <https://doi.org/10.3390/jcm12196156>
- Kim, Y. S., Song, B. K., Oh, J. S., & Woo, S. S. (2014). Aerobic exercise improves gastrointestinal motility in psychiatric inpatients. *World Journal of Gastroenterology*, 20(30), 10577–10584. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i30.10577>
- Krochmal, P., Cooper, D. M., Radom-Aizik, S., & Lu, K. D. (2021). US school-based physical fitness assessments and data dissemination. *The Journal of School Health*, 91(9), 722–729. <https://doi.org/10.1111/josh.13067>
- Lee, D., Ahn, S., Oh, J., & Cho, N. (2009). The effects of Swiss ball lumbar stabilization exercise on the strength and flexibility, balance. *Journal of the Korean Academy of Clinical Electrophysiology*, 7(1), 35–42. <https://doi.org/10.5627/KACE.2009.7.1.035>
- Mahmood, W., Syed, H., Ahmed, I., Ehsan, S., Sagheer, B., & Mahmood, T. (2022). Effect of core stabilization exercises in addition to conventional therapy in improving trunk mobility, function, ambulation and quality of life in stroke patients: A randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), Article 96. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00452-y>
- McGill, S. (2016). *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (3rd ed.). Backfitpro.
- Morrow, J. R., Mood, D. P., Disch, J. G., & Kang, M. (2016). *Measurement and evaluation in human performance* (5th ed.). Human Kinetics.
- Nasirudin, Y., & Yudistira, E. (2022). [Judul artikel perlu diverifikasi dari sumber asli]. *Jurnal Profesional Fisioterapi*, 1(1), 16–19. [△ Nama penulis dan judul perlu diverifikasi — afiliasi tercampur dengan nama penulis]
- Nurhidayah, D., Prasetyo, Y., Sutapa, P., Nanda, F. A., Mustafa, P. S., Astuti, D., Davry, A., & Kadun, N. (2024). Validity and reliability of the physical fitness test instrument for retired martial art athletes. *Pedagogy and Psychology of Physical Culture and Sports*, 387–395. <https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0507>
- Oliva-Lozano, J. M., & Muyor, J. M. (2020). Core muscle activity during physical fitness exercises: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), Article 4306. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124306>
- Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., & Bellamy, K. (2007). Core strength: A new model for injury prediction and prevention. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2(1), Article 3. <https://doi.org/10.1186/1745-6673-2-3>
- Quennerstedt, M., Barker, D., Johansson, A., & Korp, P. (2025). Teaching with the test: Using fitness tests to teach paradoxically in physical education. *European Physical Education Review*, 31(3), 462–481. <https://doi.org/10.1177/1356336X241283796>

- Salinas-Asensio, M., Alvarez-Salvago, F., Mundo-López, A., Lozano-Lozano, M., Postigo-Martín, P., Arroyo-Morales, M., Rodríguez-Ruiz, A., Fernández-Lao, C., & Artacho-Cordón, F. (2025). Changes in fatigue, health-related fitness, sleep quality, mental health, gastrointestinal complaints and sexual function after a multimodal supervised therapeutic exercise program in women with endometriosis unresponsive to conventional therapy. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 312, Article 114083. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2025.114083>
- Sathish, M., Petchimuthu, P. M. D. R., & Janardhana, V. (2025). *Test, measurement and evaluation in physical education*. Dr. BGR Publications Tuticorin.
- Segita, R. (2021). Pengaruh core stability exercise terhadap fleksibilitas low back pain myogenic pada buruh angkut. *J-HESTECH (Journal of Health Educational Science and Technology)*, 4(2), 143–150.
- Shamsi, M., Mirzaei, M., Fatahian, R., & Jaberzadeh, S. (2025). The correlation between balance and trunk extensor strength in patients with chronic low back pain with hamstring tightness. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 42, 375–380. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.12.037>
- Vlažný, D., Krkoška, P., Dosbaba, F., & Batalik, L. (2021). Assessment of lumbar extensor muscles in the context of trunk function: A pilot study in healthy individuals. *Applied Sciences*, 11(20), Article 9518. <https://doi.org/10.3390/app11209518>
- Wowiling, P. E., & Lolombulan, J. H. (2016). Pengaruh latihan core-strengthening terhadap stabilitas trunkus dan keseimbangan pasien pasca stroke. *Jurnal Biomedik*, 8(1), 43–50. <https://doi.org/10.35790/jbm.8.1.2016.12334>
- Yoo, K. (2016). The effect of flexibility of bridge and plank exercises using sling suspension on an unstable surface on while standing in healthy young adults. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 11(3), 1–9. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.3.1>