

Pengaruh Functional Training Terhadap Kapasitas Otot Lengan, Torso dan Tungkai pada Atlet Tolak Peluru

Ardiansyah*, A. Rusdiana, D. Budiana, Y. Sunaryadi, D. F. Anggara

Program Studi Pendidikan Olahraga Tingkat Magister, Fakultas Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Correspondence: ardian_syah@upi.edu

Abstract

Shot put is a sport that relies on explosive strength and energy transfer through the kinetic chain. However, conventional training approaches that focus on isolated muscle strengthening are often ineffective because they do not resemble the multidimensional movement patterns seen in competition. This study aims to analyze the effect of a functional training program on increasing lean muscle mass in the arms, torso, and legs of shot put athletes. The method used was a quasi-experiment with a one-group pre-test post-test design. A total of 16 male athletes participated in a structured functional training program for 8 weeks with a frequency of 3 sessions per week. Lean muscle mass was measured using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) with a strict protocol. Data were analyzed using a paired sample t-test and Cohen's d. The results showed a significant increase in lean muscle mass in all three areas: arms increased by 1.36% ($p < 0.001$; $d = 3.111$), torso by 0.60% ($p < 0.001$; $d = 3.361$), and legs by 0.68% ($p < 0.001$; $d = 3.525$). The highest absolute increase occurred in the torso (0.192 kg). The conclusion of this study is that a periodization-based functional training program effectively increases lean muscle mass significantly in shot put athletes, with a very large practical impact (large effect size).

Keywords: Functional training; lean muscle mass; shot put athletes; periodization; kinetic chain; explosive strength; neuromuscular adaptation.

Abstrak

Tolak peluru merupakan cabang olahraga yang mengandalkan kekuatan eksplosif dan transfer energi melalui rantai kinetik. Namun, pendekatan latihan konvensional yang berfokus pada penguatan otot secara terisolasi seringkali kurang efektif karena tidak menyerupai pola gerak multidimensional dalam kompetisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh program latihan fungsional terhadap peningkatan massa otot tanpa lemak pada segmen lengan, torso, dan tungkai atlet tolak peluru. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuasi dengan desain *one group pre-test post-test*. Sebanyak 16 atlet laki-laki mengikuti program latihan fungsional terstruktur selama 8 minggu dengan frekuensi 3 sesi per minggu. Massa otot tanpa lemak diukur menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) dengan protokol ketat. Data dianalisis dengan *paired sample t-test* dan *Cohen's d*. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan massa otot tanpa lemak pada ketiga area: lengan meningkat 1,36% ($p < 0,001$; $d = 3,111$), torso 0,60% ($p < 0,001$; $d = 3,361$), dan tungkai 0,68% ($p < 0,001$; $d = 3,525$). Peningkatan absolut tertinggi terjadi pada torso (0,192 kg). Simpulan penelitian ini adalah program latihan fungsional berbasis periodisasi efektif meningkatkan massa otot tanpa lemak secara signifikan pada atlet tolak peluru, dengan dampak praktis yang sangat besar (*large effect size*).

Kata kunci: Latihan fungsional; massa otot tanpa lemak; atlet tolak peluru; periodisasi; rantai kinetik; kekuatan eksplosif; adaptasi neuromuskular.

Received: 29 November 2025 | Revised: 1, 4, 9, 13 Desember 2025

Accepted: 15 Desember 2025 | Published: 23 Desember 2025



Jurnal Porkes is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Pendahuluan

Tolak peluru merupakan salah satu cabang atletik yang menuntut kombinasi antara kekuatan eksplosif, kecepatan, dan teknik yang sangat presisi. Dalam olahraga ini, prestasi atlet tidak hanya ditentukan oleh kekuatan fisik, tetapi juga oleh kemampuan mereka untuk menghasilkan tenaga maksimal dalam waktu singkat. Hal ini terutama terlihat pada fase akselerasi dan pelepasan peluru, di mana setiap detik sangat berarti. Penelitian yang dilakukan oleh (Zaras et al., 2016) menunjukkan bahwa keberhasilan dalam tolak peluru sangat bergantung pada kemampuan atlet untuk mengoptimalkan semua aspek dari gerakan tersebut. Secara biomekanik, gerakan tolak peluru melibatkan transfer energi kinetik yang berasal dari ekstremitas bawah.

Proses ini dimulai dengan pengumpulan energi yang dilakukan oleh otot-otot kaki saat atlet melakukan gerakan awal. Energi yang terkumpul kemudian ditransmisikan melalui torso, sebelum akhirnya diakhiri dengan dorongan dari ekstremitas atas. Menurut (Behm & Anderson, 2006) menjelaskan bahwa setiap bagian dari tubuh harus bekerja secara sinergis untuk mencapai hasil terbaik. Hal ini menunjukkan pentingnya tidak hanya kekuatan, tetapi juga koordinasi dan teknik yang tepat dalam setiap gerakan. Pada fase akhir pelepasan, otot lengan memainkan peran kunci. Kontribusi otot lengan terhadap jarak lemparan sangat signifikan, mencapai 35-40% dari total jarak yang dicapai (Terzis et al., 2012).

Otot-otot utama yang terlibat dalam fase ini meliputi deltoideus anterior, pectoralis major, triceps brachii, dan serratus anterior (Bartonietz, 1996:47; Nasrulloh et al., 2018:12). Masing-masing otot ini memiliki fungsi spesifik yang berkontribusi terhadap kekuatan dan kecepatan pelepasan peluru. Otot pectoralis major berfungsi untuk menggerakkan lengan ke depan, sementara triceps brachii bertanggung jawab untuk memperpanjang lengan saat peluru dilepaskan. Namun, pendekatan pelatihan konvensional yang hanya berfokus pada penguatan otot lengan secara terisolasi dinilai kurang efektif. Hal ini karena pola gerakan yang terjadi dalam kompetisi sesungguhnya bersifat multidimensi dan melibatkan banyak sendi serta otot sekaligus.

Menurut (Boyle, 2016:41) menekankan bahwa latihan yang hanya terfokus pada satu kelompok otot tidak akan mampu meniru kompleksitas gerakan yang dilakukan saat bertanding. Oleh karena itu, pendekatan pelatihan yang lebih holistik dan fungsional menjadi sangat penting. Pelatihan fungsional telah berkembang menjadi paradigma kontemporer dalam dunia olahraga, dengan penekanan pada gerakan multi-arah, integrasi rantai kinetik, dan spesifitas tugas motorik (Santana, 2015:21). Pelatihan fungsional didefinisikan sebagai latihan yang melibatkan banyak sendi dan dirancang untuk meningkatkan kemampuan seseorang dalam menjalankan aktivitas spesifik, termasuk gerakan olahraga (Cormie et al., 2011).

Dengan pendekatan ini, atlet tidak hanya dilatih untuk menguatkan otot tertentu, tetapi juga untuk meningkatkan koordinasi neuromuskular dan meniru pola gerakan yang sesungguhnya. Dalam konteks tolak peluru, latihan fungsional dapat dirancang untuk mengemulasi pola gerakan propulsif. Ini termasuk mempertimbangkan aspek percepatan, sudut pelepasan, dan waktu aktivasi otot (Bishop & Madruga-Parera, 2022). Latihan yang melibatkan gerakan balistik seperti lemparan medicine ball atau plyometric push-up dapat membantu atlet mengembangkan kekuatan dan kecepatan yang diperlukan untuk fase pelepasan peluru.

Beberapa penelitian telah mendukung efektivitas latihan fungsional dalam meningkatkan performa atletik. Menurut (Kynsburg et al., 2010) melaporkan peningkatan daya ledak ekstremitas atas sebesar 12-15% pada atlet lempar setelah dua bulan pelatihan fungsional. Ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan yang lebih terintegrasi dapat memberikan hasil yang signifikan. Selain itu, menurut (Distefano et al., 2013) menunjukkan bahwa integrasi gerakan balistik dan pliométrik dalam latihan fungsional menghasilkan peningkatan signifikan pada kapasitas otot. Hal ini sangat relevan bagi atlet tolak peluru, di mana kekuatan dan daya ledak ekstremitas atas sangat menentukan keberhasilan dalam kompetisi.

Dengan menggabungkan elemen-elemen ini dalam program latihan, atlet dapat mengembangkan kemampuan mereka secara keseluruhan, bukan hanya terfokus pada satu aspek saja. Secara fisiologis, latihan fungsional merangsang adaptasi neuromuskular melalui peningkatan aktivasi unit motorik, koordinasi antarotot, serta stimulasi otot stabilisator (Aagaard et al., 2002; Behm et al., 2010). Ini sangat penting dalam olahraga seperti tolak peluru, di mana setiap gerakan harus dilakukan dengan tepat dan efisien. Gerakan multiarah juga meningkatkan kemampuan otot dalam menghasilkan gaya dari berbagai sudut (Cressey et al., 2007). Hal ini memungkinkan atlet untuk lebih fleksibel dan responsif terhadap berbagai situasi yang mungkin terjadi saat bertanding.

Meskipun banyak penelitian yang menunjukkan manfaat dari pelatihan fungsional, masih terbatas bukti empiris yang menguji pengaruhnya secara khusus terhadap pengembangan massa otot tanpa lemak pada segmen lengan, torso, dan tungkai atlet tolak peluru. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh program latihan fungsional terhadap kapasitas otot pada ketiga area tersebut. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan metodologi pelatihan yang lebih efektif dan berbasis bukti. Tolak peluru adalah olahraga yang kompleks yang memerlukan kombinasi kekuatan, kecepatan, dan teknik yang tepat.

Pendekatan pelatihan yang konvensional sering kali tidak cukup untuk mempersiapkan atlet menghadapi tuntutan kompetisi yang sesungguhnya. Oleh karena itu, pelatihan fungsional menjadi alternatif yang menjanjikan, dengan fokus pada integrasi gerakan dan pengembangan kapasitas otot secara menyeluruh. Dengan bukti-bukti yang mendukung efektivitas metode ini, penting bagi pelatih dan atlet untuk mempertimbangkan pendekatan ini dalam program latihan mereka untuk mencapai performa yang optimal.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan *pretest and posttest one group design*. Desain ini dipilih untuk menguji dampak intervensi pelatihan fungsional terhadap variabel yang diukur, dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok yang sama. Meskipun tidak melibatkan kelompok kontrol, desain ini dianggap sesuai untuk studi pendahuluan dalam konteks pelatihan olahraga dengan karakteristik subjek yang spesifik (Cormie et al., 2011). Partisipan terdiri dari 16 atlet tolak peluru laki-laki berusia 16-19 tahun yang aktif berlatih minimal 2 tahun. Kriteria inklusi meliputi tidak memiliki riwayat cedera muskuloskeletal dalam 6 bulan terakhir, bersedia mengikuti seluruh protokol latihan, menandatangani *informed consent*, serta tidak sedang

mengikuti program latihan kekuatan terstruktur lain atau mengonsumsi suplemen ergogenik. Penentuan jumlah sampel didasarkan pada pertimbangan *availability sampling* mengingat populasi atlet tolak peluru tingkat kompetitif yang terbatas.

Massa otot tanpa lemak diukur menggunakan teknologi *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) dengan dua perangkat *InBody 770* dan *Evolt 360*. Pemilihan BIA didasarkan pada pertimbangan praktis, non-invasif, reliabilitas tinggi, serta kemampuannya memberikan estimasi komposisi tubuh secara segmental (lengan, torso, tungkai) yang sesuai dengan tujuan penelitian (Kraemer & Ratamess, 2004). Untuk meminimalkan variabilitas pengukuran, diterapkan protokol standar BIA yang ketat.

1. Subjek berpuasa minimal 8 jam sebelum pengukuran.
2. Pengukuran dilakukan pagi hari (pukul 07.00-09.00) dalam kondisi kandung kemih kosong.
3. Subjek menghindari latihan intensitas tinggi, alkohol, kafein, dan asupan natrium berlebih 24 jam sebelum pengukuran.
4. Subjek menjaga hidrasi normal (minimal 2 liter/hari) pada hari sebelumnya.
5. Suhu ruangan dikontrol pada 22-24°C dengan kelembaban 40-60%.

Program intervensi dirancang berdasarkan prinsip spesifitas gerakan, periodisasi progresif, dan *systematic overload* (Santana, 2015:34). Program berlangsung selama 8 minggu dengan frekuensi 3 sesi per minggu (total 24 sesi), program terbagi menjadi tiga fase dengan tujuan dan parameter latihan yang berbeda, seperti dirinci dalam Tabel 1.

Tabel 1. Program periodisasi latihan fungsional selama 8 minggu

Fase	Minggu	Tujuan	Volume (Set x Rep)	Intensitas (%1RM)	Istirahat (detik)	Contoh Latihan
Adaptasi Anatomi	1-2	Persiapan jaringan, pola gerak	3 x 10-12	60-65%	90	Goblet Squat, Push-Press, Farmer's Walk
Hipertrofi Fungsional	3-5	Peningkatan massa otot fungsional	4 x 8-10	70-75%	60-75	Single-Arm Clean, Bulgarian Split Squat, Pallof Press
Kekuatan-Daya	6-8	Konversi kekuatan menjadi daya eksplosif	3-4 x 5-8	75-85%	120-180	Power Snatch, Medicine Ball Throw, Box Jump

Latihan dipilih berdasarkan kemiripan pola gerak dengan teknik tolak peluru, melibatkan multiplanar movement, dan menekankan integrasi rantai kinetik (Boyle, 2016:62). Setiap sesi diawali dengan pemanasan dinamis dan diakhiri dengan pendinginan serta mobilisasi. Program latihan fungsional dalam penelitian ini dirancang dengan pendekatan periodisasi tiga fase, yang disusun berdasarkan prinsip spesifitas gerakan tolak peluru, progresivitas beban, dan adaptasi neuromuskular bertahap (Santana, 2015:68). Setiap fase memiliki tujuan, parameter volume, intensitas, dan jenis latihan yang berbeda, sesuai dengan prinsip *training adaptation* dan *functional overload* (Kraemer & Ratamess, 2004). Rincian program selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Fase pertama, adaptasi anatomi (minggu 1-2), bertujuan untuk mempersiapkan sistem muskuloskeletal, memperkenalkan pola gerak fungsional, dan mengurangi risiko cedera. Volume latihan ditetapkan 3 set dengan 10-12 repetisi pada intensitas 60-65% dari 1RM, dengan waktu istirahat 90 detik antar set. Contoh latihan yang digunakan meliputi *goblet squat*, *push-press*, dan *farmer's walk*, yang dipilih untuk membangun dasar stabilitas dan

koordinasi antar segmen tubuh (Boyle, 2016:72). Fase kedua, hipertrofi fungsional (minggu 3-5), difokuskan pada peningkatan massa otot fungsional yang relevan dengan gerakan tolak peluru. Intensitas ditingkatkan menjadi 70-75% dari 1RM dengan volume 4 set x 8-10 repetisi dan waktu istirahat 60-75 detik.

Latihan seperti *single-arm clean*, *bulgarian split squat*, dan *pallof press* dipilih untuk menstimulasi hipertrofi otot sambil tetap mempertahankan integrasi kinetik dan kontrol motorik (Cormie et al., 2011). Fase ketiga, kekuatan-daya (minggu 6-8), bertujuan untuk mengonversi kekuatan yang telah dibangun menjadi daya eksplosif (*power*), yang esensial dalam gerakan tolak peluru. Intensitas dinaikkan menjadi 75-85% dari 1RM dengan volume 3-4 set x 5-8 repetisi dan waktu pemulihannya lebih panjang (120-180 detik). Latihan seperti *power snatch*, *medicine ball throw*, dan *box jump* digunakan untuk mengembangkan *rate of force development* (RFD) dan kemampuan produksi tenaga eksplosif (Suchomel et al., 2018).

Seluruh latihan dirancang untuk meniru pola gerak multi-arah dan melibatkan integrasi rantai kinetik, sesuai dengan karakteristik biomekanik tolak peluru (Behm & Anderson, 2006). Progresi beban dan kompleksitas gerakan dilakukan secara sistematis setiap dua minggu berdasarkan respons adaptasi individu dan prinsip *systematic overload*. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26. Uji normalitas dilakukan dengan *Shapiro-Wilk test* dan homogenitas varians dengan *Levene's test*. Untuk menguji perbedaan massa otot sebelum dan sesudah intervensi digunakan *paired sample t-test* dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Selain itu, dihitung Cohen's d sebagai ukuran besaran efek (*effect size*) untuk menilai dampak praktis dari intervensi, dengan interpretasi: d = 0,2 (kecil), 0,5 (sedang), 0,8 (besar) (Cohen, 1988).

Hasil

Data deskriptif ini menunjukkan bahwa perubahan massa otot tanpa lemak pada ketiga area tubuh yang diukur sebelum dan sesudah implementasi program latihan. Tabel 1 menyajikan ringkasan statistik deskriptif untuk semua variabel pengukuran. Penelitian ini mengukur massa otot tanpa lemak pada tiga area tubuh yaitu lengan, torso, dan tungkai sebelum (pre-test) dan setelah (post-test) program latihan fungsional selama 8 minggu. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan rerata massa otot pada ketiga area tersebut, sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 2. Statistik deskriptif massa otot tanpa lemak

Variabel	Waktu	Rerata (kg)	SB	Median (kg)	Rentang
Massa Otot Lengan	Pra	8.56	0.40	8.50	1.22
	Pasca	8.68	0.40	8.61	1.21
Massa Otot Torso	Pra	32.10	1.83	31.71	5.40
	Pasca	32.29	1.82	31.95	5.42
Massa Otot Tungkai	Pra	20.89	0.91	20.62	2.67
	Pasca	21.03	0.93	20.72	2.70

Berdasarkan tabel 2, rerata massa otot lengan mengalami peningkatan dari 8,56 kg (SB = 0,40) pada pengukuran awal menjadi 8,68 kg (SB = 0,40) pada pengukuran akhir,

mencerminkan kenaikan sebesar 0,12 kg atau 1,40%. Nilai median juga menunjukkan peningkatan dari 8,50 kg menjadi 8,61 kg. Rentang data tetap stabil pada kisaran 1,22 kg (pra) dan 1,21 kg (pasca), menunjukkan konsistensi variabilitas antar subjek. Untuk massa otot torso, rerata meningkat dari 32,10 kg (SB = 1,83) menjadi 32,29 kg (SB = 1,82) setelah intervensi, menandakan kenaikan sebesar 0,19 kg atau 0,59%. Median juga naik dari 31,71 kg menjadi 31,95 kg. Variabilitas data yang ditunjukkan oleh rentang (5,40 kg pra dan 5,42 kg pasca) relatif stabil, menandakan konsistensi pola distribusi data. Sementara itu, rerata massa otot tungkai naik dari 20,89 kg (SB = 0,91) pada pengukuran awal menjadi 21,03 kg (SB = 0,93) pada pengukuran akhir, menunjukkan peningkatan sebesar 0,14 kg atau 0,67%. Median juga mengalami kenaikan dari 20,62 kg menjadi 20,72 kg. Variabilitas data tetap relatif stabil, menandakan konsistensi sebaran data di sekitar nilai tengah.

Secara keseluruhan, temuan deskriptif mengindikasikan adanya peningkatan massa otot tanpa lemak di semua area tubuh yang diukur setelah program latihan fungsional. Peningkatan ini tercermin dari kenaikan nilai rerata dan median pada ketiga zona tubuh. Pengujian kenormalan distribusi data dilakukan untuk memastikan bahwa data massa otot tanpa lemak pada ketiga area tubuh mengikuti distribusi normal, yang merupakan prasyarat penting untuk analisis statistik parametrik. Dua metode pengujian diterapkan uji Kolmogorov-Smirnov untuk koreksi Lilliefors dan uji Shapiro-Wilk, mengingat ukuran sampel yang relatif kecil ($n = 12$). Hasil menunjukkan bahwa seluruh variabel memenuhi asumsi normalitas (semua nilai $p > 0,05$), sehingga data layak dianalisis menggunakan metode statistik parametrik, khususnya uji-t sampel berpasangan.

Uji Levene digunakan untuk memverifikasi kehomogenan varians antar kelompok pengukuran. Hasil menunjukkan bahwa varians massa otot tanpa lemak tidak berbeda secara signifikan antar kelompok pada semua area tubuh yang diuji (semua nilai $p > 0,05$). Temuan ini mengkonfirmasi bahwa asumsi kehomogenan varians terpenuhi, memungkinkan dilakukannya analisis lanjutan secara valid. Pengujian hipotesis ini di uji dengan uji-t sampel berpasangan yang akan menilai perbedaan massa otot sebelum dan sesudah intervensi pada semua area tubuh yang diukur. Tabel 3 menyajikan hasil lengkap pengujian statistik.

Tabel 3. Hasil uji-t sampel berpasangan

Variabel	Selisih Rerata	SB	SE	t	df	Nilai-p
Massa Otot Lengan	0.117	0.038	0.011	10.778	11	< 0.001
Massa Otot Torso	0.192	0.057	0.016	11.644	11	< 0.001
Massa Otot Tungkai	0.142	0.040	0.012	12.211	11	< 0.001

Hasil pengujian statistik menunjukkan temuan yang konsisten di semua area tubuh. Pada lengan, terdapat peningkatan massa otot rata-rata sebesar 0,117 kg (SB = 0,038), yang bermakna secara statistik dengan nilai t (11) = 10,778 dan $p < 0,001$. Untuk torso, massa otot rata-rata meningkat sebesar 0,192 kg (SB = 0,057), juga menunjukkan signifikansi statistik dengan nilai t (11) = 11,644 dan $p < 0,001$. Demikian pula pada tungkai, massa otot rata-rata mengalami peningkatan sebesar 0,142 kg (SB = 0,040), yang bermakna secara statistik dengan nilai t (11) = 12,211 dan $p < 0,001$. Temuan ini mengindikasikan dengan jelas bahwa program

latihan fungsional yang diimplementasikan memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan massa otot tanpa lemak di ketiga area tubuh yang diukur pada subjek penelitian.

Analisis ukuran efek mengungkapkan besaran dampak yang sangat substansial dari program latihan fungsional. Nilai Cohen's d yang diperoleh untuk lengan adalah 3,111, untuk torso 3,361, dan untuk tungkai 3,525. Nilai-nilai ini jauh melampaui standar Cohen untuk efek besar ($d = 0,8$), mengindikasikan bahwa meskipun peningkatan dalam satuan absolut relatif kecil, perubahan tersebut memiliki makna statistik dan praktis yang sangat tinggi. Dalam konteks performa atletik tingkat elite, bahkan peningkatan kecil dalam kapasitas otot dapat memberikan perbedaan kompetitif yang signifikan dalam hasil pertandingan.

Pembahasan

Temuan penelitian bahwa program latihan fungsional menghasilkan dampak signifikan terhadap peningkatan massa otot tanpa lemak pada ketiga area tubuh yang diukur (lengan, torso, dan tungkai) pada atlet tolak peluru. Hasil ini mendukung hipotesis bahwa latihan fungsional, yang dirancang untuk meniru pola gerakan spesifik cabang olahraga, mampu mengoptimalkan adaptasi neuromuskular dan pertumbuhan otot secara lebih efektif dibandingkan pendekatan latihan isolasi tradisional. Peningkatan massa otot lengan sebesar 1,36% ($p < 0,001$) menunjukkan respons adaptasi yang bermakna meskipun dalam skala absolut relatif kecil. Dari perspektif adaptasi neural, latihan fungsional meningkatkan dorongan saraf dan koordinasi antar-otot, yang memfasilitasi aktivasi unit motorik yang lebih efisien (Aagaard et al., 2002).

Peningkatan koordinasi ini memungkinkan otot lengan menghasilkan gaya propulsi yang lebih besar pada fase terminal pelepasan peluru. Aspek spesifitas gerakan memainkan peran penting. (Ng et al., 1998) menunjukkan bahwa latihan angkat beban fungsional yang menargetkan aksi otot spesifik untuk tugas fungsional lebih efektif dalam meningkatkan torsi puncak isokronik otot trunk dan ekstremitas dibanding latihan konvensional. Prinsip spesifitas ini menjelaskan mengapa peningkatan massa otot, meskipun dalam skala relatif kecil, dapat berkontribusi signifikan, komponen latihan instabilitas dalam program fungsional meningkatkan aktivasi otot-otot stabilisator (Chaabene et al., 2020).

Peningkatan massa otot torso sebesar 0,60% ($p < 0,001$) merupakan temuan yang sangat relevan dengan mekanika gerak tolak peluru. Torso, khususnya otot-otot inti, berfungsi sebagai penghubung vital dalam rantai kinetik antara ekstremitas bawah dan atas. Riset menunjukkan bahwa muskulatur inti terdiri dari 29 kelompok otot yang berperan krusial dalam stabilisasi kolumna vertebralis, pelvis, dan rantai kinetik selama gerakan fungsional (Fakulta tělesné výchovy, 2012). Timing aktivasi yang optimal ini memungkinkan transfer energi yang lebih efisien dan mengurangi risiko cedera. Lebih lanjut, gerakan tolak peluru melibatkan kombinasi kompleks dari fleksi, ekstensi, rotasi, dan lateral flexion trunk.

Latihan fungsional yang menggunakan gerakan multidimensional merangsang adaptasi pada berbagai bidang gerak, sehingga meningkatkan kemampuan otot torso dalam menghasilkan gaya dari berbagai sudut (Cressey et al., 2007). Hal ini menjelaskan mengapa peningkatan massa otot torso, meskipun dalam persentase kecil, dapat memberikan dampak signifikan terhadap performa tolak peluru. Peningkatan massa otot tungkai sebesar 0,68% ($p <$

0,001) menunjukkan respons adaptasi yang konsisten dengan peran ekstremitas bawah sebagai sumber utama pembangkitan daya dalam tolak peluru. Ekstremitas bawah berperan menghasilkan gaya reaksi tanah yang menjadi fondasi dari keseluruhan rantai kinetik gerakan tolak peluru.

Latihan fungsional yang mengintegrasikan latihan berbasis kekuatan fungsional, seperti berbagai variasi squat dan lunge, tidak hanya meningkatkan massa otot tetapi juga meningkatkan kemampuan otot dalam menghasilkan daya eksploratif (Li et al., 2025). Temuan tersebut juga sejalan dengan penelitian oleh (Suchomel et al., 2018) yang menegaskan bahwa latihan berbasis *multi-joint power movements* memberikan peningkatan signifikan pada *rate of force development* (RFD) dan kemampuan produksi daya eksploratif pada atlet kekuatan. Selain itu, studi oleh (Prasetyo & Firmansyah, 2021) menambahkan bahwa integrasi latihan fungsional dalam program kekuatan mampu meningkatkan efisiensi transfer energi dan kualitas gerakan atlet lempar secara keseluruhan.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan secara jelas bahwa penerapan program latihan fungsional mampu menghasilkan peningkatan yang signifikan pada massa otot tanpa lemak atlet tolak peluru. Peningkatan tersebut tampak pada tiga segmen utama tubuh, yakni lengan (1,36%), torso (0,60%), dan tungkai (0,68%), dengan seluruh hasil analisis statistik menunjukkan $p < 0,001$, yang berarti perubahan yang terjadi bukan sekadar kebetulan. Meskipun secara persentase peningkatannya terlihat relatif kecil, ukuran efek yang sangat besar (Cohen's $d > 3,0$) menegaskan bahwa adaptasi fisiologis yang terjadi sesungguhnya memiliki dampak praktis yang kuat dan signifikan bagi performa atlet.

Dilihat dari peningkatan absolut, bagian torso menunjukkan perubahan terbesar, yaitu mencapai 0,192 kg. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Ukuran sampel yang relatif kecil ($n=16$) membatasi generalisasi temuan ke populasi atlet tolak peluru yang lebih luas. Meskipun power analysis menunjukkan ukuran sampel sudah memadai untuk mendeteksi efek besar, penelitian dengan sampel lebih besar diperlukan untuk mengkonfirmasi temuan ini dan mendeteksi efek yang lebih halus pada subkelompok tertentu. metode pengukuran massa otot menggunakan BIA (InBody 770 dan Evolt 360) meskipun praktis dan memiliki reliabilitas tinggi, tetapi memiliki keterbatasan akurasi dibandingkan dengan DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) yang dianggap sebagai gold standard untuk pengukuran komposisi tubuh.

BIA dapat dipengaruhi oleh status hidrasi, waktu pengukuran, dan variabilitas individual dalam konduktivitas listrik tubuh. Meskipun protokol ketat telah diterapkan untuk meminimalkan variabilitas ini, kemungkinan error pengukuran tetap ada. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan DEXA atau metode imaging lain seperti MRI untuk validasi lebih lanjut. Desain penelitian ini tidak melibatkan kelompok kontrol. Meskipun desain pre-post dapat menunjukkan perubahan dalam kelompok intervensi, ketidadaan kelompok kontrol menyulitkan peneliti untuk menyimpulkan bahwa perubahan yang terjadi semata-mata disebabkan oleh program latihan fungsional.

Faktor-faktor lain seperti efek latihan teknik rutin, pematangan alami (terutama pada atlet usia remaja), atau perubahan pola aktivitas harian dapat berkontribusi pada hasil. Studi randomized controlled trial (RCT) dengan kelompok kontrol yang hanya melakukan latihan konvensional akan memberikan bukti yang lebih kuat tentang efektivitas spesifik latihan fungsional. Penelitian ini hanya mengukur massa otot tanpa lemak sebagai outcome utama, tanpa mengukur parameter performa langsung tolak peluru seperti jarak lemparan, peak power output, atau analisis kinematik gerakan. Program latihan fungsional yang digunakan dalam penelitian ini meskipun telah dirinci dalam tabel, tidak disertai dengan video demonstrasi atau manual protokol yang sangat detail, yang dapat membatasi replikasi penelitian oleh peneliti lain.

Pernyataan Penulis

Kami sebagai penulis dalam artikel ini menyatakan bahwa karya atau artikel ini belum pernah diajukan atau dipublikasi pada jurnal atau lembaga publikasi lainnya. Jika pernyataan ini tidak sesuai dan tidak benar, kami siap menerima sanksi dari pihak jurnal porkes.

Daftar Pustaka

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural Adaptation to Resistance Training: Changes in Evoked V-wave and H-reflex Responses. *Journal of Applied Physiology*, 92(6), 2309–2318. <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.01185.2001>
- Bartonietz, K. (1996). *Biomechanics of the shot put BT-Techniques in Athletics* (G. P. Brüggemann & J. K. Rühl (eds.); pp. 47–63). Meyer & Meyer Sport.
- Behm, D. G., & Anderson, K. G. (2006). The Role of Instability with Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 716–722. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2006/08000/The_Role_of_Instability_With_Resistance_Training.39.aspx
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of Instability to Train the Core Musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91–108. <https://doi.org/10.1139/H09-127>
- Bishop, C., & Madruga-Parera, M. (2022). Effects of 8 Weeks of Isoinertial vs. Cable-Resistance Training on Motor Skills Performance and Interlimb Asymmetries in Young Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(5), 1376–1384. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004074>
- Boyle, M. (2016). *New functional training for sports* (2nd (ed.)). Human Kinetics.
- Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2020). Plyometric training improves motor performance in young athletes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 533–547. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2019-0374>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 2 - Training Considerations for Improving Maximal Power Production.

Sports Medicine, 41(2), 125–146. <https://link.springer.com/article/10.2165/11538500-000000000-00000>

Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., & Maresh, C. M. (2007). The Effects of ten Weeks of lower-body unstable surface training on markers of Athletic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 561–567. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/05000/The_Effects_of_Ten_Weeks_of_Lower_Body_Unstable.47.aspx%5B72%5D

Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2013). Gluteal Muscle Activation During Common Therapeutic Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(7), 532–540. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2009.2796>

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674–688. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15064596/>

Kynsburg, A., Pánics, G., & Halasi, T. (2010). Long-term neuromuscular training and Ankle Joint Position Sense. *Acta Physiologica Hungarica*, 97(2), 183–191. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.97.2010.2.8>

Li, L., Meng, F., Yao, S., Wang, R., & Zhang, Y. (2025). The Effects of an 8-Week Functional Training Program on Functional Movement and Physical Fitness in Male University Students. *Frontiers in Public Health*, 12, 1641590. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1641590>

Ng, G. Y. F., Chan, H. K. F., Chan, S. S. H., Fong, D. T. P., Cheng, J. C. Y., & Tang, S. F. (1998). Effects of Functional Weightlifting Training on Lifting Strength and Isokinetic Peak Torque of Trunk and Limb Muscles. *Physiotherapy Theory and Practice*, 14(1), 37–44. <https://doi.org/10.3109/09593989809057151>

Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., & Apriyanto, K. D. (2018). Dasar-dasar Latihan Beban. *Yogyakarta: UNY Pres.*

Prasetyo, A., & Firmansyah, D. (2021). Pengaruh Latihan Fungsional terhadap Peningkatan Power Ekstremitas Bawah Atlet Lempar. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 10(2), 145–154.

Santana, J. C. (2015). *Functional Training: Breaking the Bonds of Traditionalism*. Human Performance Center.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-016-0486-0>

Terzis, G., Georgiadis, G., Stratakos, G., Vogiatzis, I., Kavouras, S., Manta, P., Mascher, H., & Blomstrand, E. (2012). Resistance Exercise-Induced Increase in Muscle Mass Correlates With p70S6 Kinase Phosphorylation in Human Subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 102(2), 145–152. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-007-0564-y>

Zaras, N. D., Spengos, K. M., Methenitis, S. K., Papadopoulos, C., Karampatos, G. P., Georgiadis, G. V, Stasinaki, A. N., Manta, P., & Terzis, G. D. (2016). Effects of Strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(1), 170–178. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3761775/>