

## PENGARUH LATIHAN *CROSSFIT* TERHADAP KEKUATAN DAN KETAHANAN FISIK ATLET PANAHAN

### *THE EFFECT OF CROSSFIT TRAINING ON THE STRENGTH AND PHYSICAL ENDURANCE OF ARCHERY ATHLETES*

<sup>1\*</sup>Kadek Arry Anderzen, <sup>2</sup>I Ketut Agus Artha, <sup>3</sup>Komang Jenika Puspayoni, <sup>4</sup>Luh Herry Novayanti  
<sup>1\*,2</sup> Program Studi Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Agama Hindu Singaraja, <sup>3,4</sup> Pengkab PERPANI Buleleng

Kontak koresponden: karyaseni1986@gmail.com

#### ABSTRAK

Kekuatan dan ketahanan fisik merupakan komponen fundamental yang menentukan stabilitas postural dan konsistensi performa atlet panahan selama kompetisi, sementara pendekatan latihan yang mampu mengembangkan kedua komponen tersebut secara efisien masih menjadi tantangan dalam program pembinaan atlet. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh latihan *CrossFit* terhadap kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan serta membandingkan efektivitasnya dengan latihan konvensional. Penelitian menggunakan desain *true experimental* dengan pendekatan *randomized controlled trial* pada 50 atlet panahan dengan karakteristik (*purposive sampling*) usia lebih dari 15 Tahun, pengalaman lebih dari 1 tahun, tidak mengalami cedera, dan merupakan anggota Persatuan Panahan Indonesia (PERPANI) Buleleng yang kemudian dibagi ke dalam kelompok *CrossFit* (n=25) dan kelompok latihan konvensional (n=25), dengan intervensi selama 12 minggu dan frekuensi empat sesi per minggu. Instrumen pengukuran meliputi *push-up*, *back strength*, *leg strength*, *grip strength*, *sit-up*, *plank endurance*, dan *cooper test*, sedangkan analisis data dilakukan menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Ranks* dan *Mann-Whitney U* melalui perhitungan *gain score* serta *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok *CrossFit* mengalami peningkatan signifikan pada seluruh delapan variabel ( $p < 0,05$ ), sementara kelompok latihan konvensional hanya menunjukkan peningkatan signifikan pada enam variabel, dengan analisis *gain score* menegaskan keunggulan *CrossFit* pada seluruh parameter ( $p < 0,001$ ) dan *effect size* besar hingga sangat besar ( $r = 0,577-0,858$ ), di mana *leg strength* memiliki nilai *effect size* tertinggi ( $r = 0,858$ ). Latihan *CrossFit* terbukti lebih efektif dibandingkan latihan konvensional dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan serta memberikan implikasi praktis bagi pengembangan program pembinaan atlet yang lebih efisien dan komprehensif.

**Kata Kunci:** atlet panahan; *CrossFit*; kekuatan fisik; ketahanan fisik

#### ABSTRACT

*Strength and physical endurance are fundamental components that determine postural stability and consistent performance of archery athletes during competition, while training approaches that are able to develop both components efficiently are still a challenge in athlete development programs. This study aims to analyze the effect of CrossFit training on the strength and physical endurance of archery athletes and compare its effectiveness with conventional*

*training. The study used a true experimental design with a randomized controlled trial approach on 50 archery athletes with characteristics of age over 15 years, experience of more than 1 year, no injuries, and are members of the Indonesian Archery Association (PERPANI) Buleleng who were then divided into the CrossFit group (n = 25) and the conventional training group (n = 25), with an intervention for 12 weeks and a frequency of four sessions per week. Measurement instruments included push-ups, back strength, leg strength, grip strength, sit-ups, plank endurance, and the cooper test, while data analysis was carried out using the Wilcoxon Signed-Ranks and Mann-Whitney U tests through the calculation of gain scores and effect sizes. The results showed that the CrossFit group experienced significant improvements in all eight variables ( $p < 0.05$ ), while the conventional training group only showed significant improvements in six variables. Gain score analysis confirmed CrossFit's superiority across all parameters ( $p < 0.001$ ) and a large to very large effect size ( $r = 0.577-0.858$ ), with leg strength having the highest effect size ( $r = 0.858$ ). CrossFit training was proven to be more effective than conventional training in improving the strength and physical endurance of archers and provides practical implications for the development of more efficient and comprehensive athlete development programs.*

**Keywords:** *archery athletes; CrossFit; physical strength; physical endurance*

## **Pendahuluan**

Olahraga prestasi memerlukan fondasi fisik yang kokoh untuk menopang keterampilan teknis, strategi, dan kesiapan mental yang diperlukan dalam kompetisi. Kekuatan otot, ketahanan fisik, koordinasi, dan kelincihan menjadi elemen penting yang saling melengkapi dalam menjaga performa optimal atlet. Panahan, meskipun secara kasat mata tergolong olahraga statis, memiliki tuntutan fisik yang kompleks. Atlet dituntut untuk mempertahankan postur tubuh yang stabil, mengendalikan busur dengan presisi, serta menjaga fokus dan konsistensi tembakan selama durasi kompetisi yang panjang (Suppiah *et al.*, 2017; Khan *et al.*, 2024). Kekuatan otot bahu, lengan, dan inti berperan besar dalam menahan tarikan busur, mengarahkan bidikan, dan melepaskan anak panah dengan akurasi tinggi, sedangkan daya tahan fisik menjadi penentu kemampuan mempertahankan kualitas performa dari awal hingga akhir pertandingan (Özbay, 2019; Zemková & Zapletalová, 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kekuatan otot lengan, stabilitas inti, dan daya tahan fisik berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan atlet panahan (Putra, 2022). Metode latihan konvensional seperti resistensi statis, latihan beban ringan, dan latihan keseimbangan telah digunakan untuk mengembangkan aspek-aspek tersebut, namun cenderung melatih komponen fisik secara terpisah dan memerlukan waktu latihan yang cukup panjang sebelum hasil optimal dicapai. Perkembangan ilmu keolahragaan dalam beberapa tahun terakhir memunculkan pendekatan yang lebih integratif, salah satunya *CrossFit*, yaitu metode *High-Intensity Functional Training* yang memadukan latihan kekuatan, daya tahan, kecepatan, dan fleksibilitas melalui rangkaian gerakan fungsional berintensitas tinggi (Glassman, 2007; Vypasniak *et al.*, 2024).

Sejumlah studi membuktikan bahwa *CrossFit* mampu memberikan manfaat di berbagai cabang olahraga. Pada atlet olahraga ketahanan, metode ini meningkatkan kapasitas

kardiovaskular dan efisiensi pemanfaatan energi (Cosgrove *et al.*, 2019). Pada olahraga kekuatan seperti angkat besi, *CrossFit* berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan otot dan daya ledak (Tibana *et al.*, 2021), sedangkan pada olahraga permainan tim, metode ini mendukung pengembangan ketahanan fisik dan kelincahan (Camacho-Cardeñosa *et al.*, 2020). Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa *CrossFit* mampu memberikan manfaat fisiologis, biomekanis, dan kognitif yang signifikan, sebagian besar kajian tersebut masih terfokus pada peningkatan kebugaran umum maupun aplikasi pada cabang olahraga lain. Sampai saat ini, kajian yang secara eksplisit menelaah sejauh mana adaptasi yang dihasilkan dari *CrossFit* dapat ditransfer ke dalam konteks panahan masih sangat terbatas. Padahal, panahan memiliki karakteristik unik yang menekankan tuntutan statis, presisi gerakan, serta ketergantungan yang tinggi pada kontrol postural. Keterbatasan literatur ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dijawab, sekaligus menjadi dasar bagi penelitian ini untuk mengkaji secara lebih spesifik relevansi *CrossFit* terhadap performa panahan.

Penelitian ini dirancang untuk menganalisis pengaruh latihan *CrossFit* terhadap kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan, sekaligus membandingkan efektivitasnya dengan metode latihan konvensional yang telah digunakan sebelumnya. Temuan yang dihasilkan diharapkan memberi kontribusi pada pengembangan program pembinaan atlet panahan di tingkat daerah serta menjadi rujukan bagi pengembangan strategi pelatihan di tingkat nasional.

## Metode

Penelitian ini menggunakan desain *true experimental* dengan pendekatan kuantitatif melalui *randomized controlled trial* untuk mengevaluasi pengaruh latihan *CrossFit* terhadap kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan serta membandingkannya dengan latihan konvensional.

Populasi penelitian terdiri dari 79 atlet panahan aktif yang terdaftar sebagai anggota Persatuan Panahan Indonesia (PERPANI) Buleleng. Sampel penelitian berjumlah 50 atlet yang memenuhi kriteria (*purposive sampling*) inklusi, meliputi usia lebih dari 15 tahun, memiliki pengalaman latihan panahan minimal satu tahun, serta tidak sedang mengalami cedera yang dapat mengganggu proses latihan. Kriteria eksklusi mencakup atlet yang tidak mengikuti program latihan secara penuh selama periode intervensi. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling terhadap subjek yang memenuhi kriteria, kemudian dialokasikan secara acak ke dalam kelompok eksperimen (*CrossFit*, n=25) dan kelompok kontrol (latihan konvensional, n=25).

Pengukuran kekuatan fisik dilakukan menggunakan tes *push-up*, *back strength test*, *leg strength test*, dan pengukuran kekuatan genggaman tangan menggunakan *hand grip dynamometer*. Pengukuran ketahanan fisik dilakukan melalui tes *sit-up*, *plank endurance test*, dan *cooper test* untuk menilai kapasitas kardiorespiratori. Seluruh instrumen pengukuran merupakan tes kebugaran yang telah digunakan secara luas dalam penelitian olahraga dan memiliki tingkat validitas serta reliabilitas yang baik berdasarkan standar pengukuran kebugaran jasmani.

Penelitian diawali dengan tahap persiapan yang meliputi penentuan subjek penelitian, pembagian kelompok secara acak, serta sosialisasi prosedur latihan dan pengukuran. Tahap pelaksanaan dilakukan melalui pengukuran awal (*pretest*) pada seluruh variabel, dilanjutkan dengan intervensi latihan selama 12 minggu dengan frekuensi empat sesi per minggu sesuai dengan program masing-masing kelompok. Tahap pengambilan data akhir dilakukan melalui pengukuran *posttest* menggunakan protokol dan instrumen yang sama dengan pengukuran awal.

Analisis data dilakukan menggunakan statistik non-parametrik karena sebagian data tidak berdistribusi normal. *Uji Wilcoxon Signed-Ranks* digunakan untuk menganalisis perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* dalam masing-masing kelompok, sedangkan *Uji Mann-Whitney U* digunakan untuk membandingkan *gain score* antar kelompok. Besaran pengaruh intervensi dianalisis menggunakan *effect size* ( $r$ ). Seluruh proses analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

## Hasil

Penelitian ini menghasilkan temuan komprehensif yang menunjukkan efektivitas program latihan *CrossFit* dibandingkan latihan konvensional dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan. Hasil uji *baseline* menunjukkan kesetaraan awal pada enam dari delapan variabel yang diukur. Analisis *within-group* mengungkapkan bahwa kelompok *CrossFit* mengalami peningkatan signifikan pada seluruh delapan variabel, sedangkan kelompok kontrol hanya pada enam variabel. Analisis *between-group* membuktikan keunggulan signifikan *CrossFit* dengan *effect size* besar hingga sangat besar pada semua parameter yang diukur.

Uji normalitas data menggunakan *Shapiro-Wilk test* menunjukkan bahwa sebagian data tidak berdistribusi normal ( $p < 0.05$ ), sehingga analisis statistik menggunakan pendekatan non-parametrik. Pendekatan non-parametrik dipilih untuk memastikan validitas hasil analisis tanpa mengabaikan pelanggaran asumsi distribusi normal.

Analisis *baseline equivalence* menggunakan *Mann-Whitney U test* menunjukkan bahwa randomisasi subjek penelitian berhasil menghasilkan kesetaraan pada sebagian besar variabel yang diukur. Dari delapan variabel yang diuji, enam variabel menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol ( $p > 0.05$ ), yaitu *push up* ( $p = 0.726$ ), *back strength* ( $p = 0.930$ ), *leg strength* ( $p = 0.420$ ), *grip* kanan ( $p = 0.869$ ), *grip* kiri ( $p = 0.491$ ), dan *plank* ( $p = 0.435$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan fisik yang setara pada awal penelitian untuk variabel-variabel tersebut.

Namun, terdapat perbedaan *baseline* yang signifikan pada dua variabel ketahanan, yaitu *sit up* ( $p = 0.004$ ) dan *cooper test* ( $p = 0.010$ ). Perbedaan ini menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki kemampuan *sit up* yang lebih baik, sedangkan kelompok kontrol memiliki pengukuran *cooper test* yang lebih tinggi pada awal penelitian. Meskipun demikian, perbedaan *baseline* ini tidak mengurangi validitas penelitian karena analisis utama menggunakan *gain score* yang mengontrol perbedaan awal tersebut.

Tabel 1. Hasil *Uji Baseline Equivalence* Antar Kelompok

Variabel	<i>Mann-Whitney U</i>	<i>Wilcoxon W</i>	Z	p-value	Keterangan
----------	-----------------------	-------------------	---	---------	------------

Aspek Kekuatan					
<i>Push Up</i>	294,500	619,500	-0,351	0,726	Setara
<i>Back Strength</i>	308,000	633,000	-0,088	0,930	Setara
<i>Leg Strength</i>	271,000	596,000	-0,807	0,420	Setara
<i>Grip Kanan</i>	304,000	629,000	-0,165	0,869	Setara
<i>Grip Kiri</i>	277,000	602,000	-0,689	0,491	Setara
Aspek Ketahanan					
<i>Sit Up</i>	165,000	490,000	-2,870	0,004*	Berbeda
<i>Plank</i>	272,500	597,500	-0,780	0,435	Setara
<i>Cooper Test</i>	179,500	504,500	-2,589	0,010*	Berbeda

\* $p < 0.05$  (*Mann-Whitney U test*)

Tabel 2. Hasil *Uji Wilcoxon* Kelompok Eksperimen (*CrossFit*)

Variabel	Z	<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>
<i>Push Up</i>	-4,336	0,000
<i>BackStrength</i>	-4,348	0,000
<i>Legstrength</i>	-4,373	0,000
<i>Grip strength kanan</i>	-3,330	0,001
<i>Grip strength Kiri</i>	-3,700	0,000
<i>Sit-Up</i>	-3,156	0,002
<i>Plank</i>	-3,198	0,001
<i>Cooper test</i>	-4,353	0,000

*Wilcoxon Signed Ranks Test* (N=25)

Hasil yang ditunjukkan oleh tabel mengungkapkan bahwa, program latihan *CrossFit* menunjukkan efektivitas yang sangat tinggi dalam meningkatkan performa fisik atlet panahan. Analisis *Wilcoxon signed ranks test* mengungkapkan bahwa semua delapan variabel yang diukur mengalami peningkatan yang signifikan ( $p < 0.05$ ). Peningkatan yang paling mencolok terjadi pada aspek kekuatan, dimana *leg strength*, *back strength*, dan *push up* menunjukkan perubahan yang sangat signifikan ( $p < 0.001$ ) dengan nilai Z masing-masing -4.373, -4.348, dan -4.336.

Pada aspek ketahanan, program *CrossFit* juga menunjukkan efektivitas yang konsisten. *Cooper test* mengalami peningkatan paling dramatis ( $Z = -4.353$ ,  $p < 0.001$ ), diikuti oleh plank ( $Z = -3.198$ ,  $p = 0.001$ ) dan sit up ( $Z = -3.156$ ,  $p = 0.002$ ). Kedua variabel *grip strength* juga menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan, dengan *grip kiri* ( $Z = -3.700$ ,  $p < 0.001$ ) menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan *grip kanan* ( $Z = -3.330$ ,  $p = 0.001$ ). Temuan ini menunjukkan bahwa program *CrossFit* memberikan stimulus latihan yang komprehensif untuk seluruh aspek kebugaran yang dibutuhkan atlet panahan.

Tabel 3. Hasil *Uji Wilcoxon* Kelompok Kontrol (Latihan Konvensional)

Variabel	Z	<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>
<i>Push Up</i>	-2,690	0,007
<i>BackStrength</i>	-2,979	0,003
<i>Legstrength</i>	-3,898	0,000

<i>Grip strength</i> kanan	-3,213	0,001
<i>Grip strength</i> Kiri	-3,633	0,000
<i>Sit-Up</i>	-3,704	0,000
<i>Plank</i>	-1,792	0,073
<i>Cooper test</i>	-0,380	0,704

*Wilcoxon Signed Ranks Test (N=25)*

Data yang ditunjukkan oleh tabel mengungkapkan bahwa, program latihan konvensional menunjukkan efektivitas yang bervariasi dalam meningkatkan performa atlet panahan. Dari delapan variabel yang diukur, enam variabel menunjukkan peningkatan yang signifikan, sementara dua variabel tidak mengalami perubahan yang bermakna. Pada aspek kekuatan, semua variabel menunjukkan peningkatan signifikan dengan *leg strength* menunjukkan perubahan terbesar ( $Z = -3.898$ ,  $p < 0.001$ ), diikuti oleh *grip* kiri ( $Z = -3.633$ ,  $p < 0.001$ ), *grip* kanan ( $Z = -3.213$ ,  $p = 0.001$ ), *back strength* ( $Z = -2.979$ ,  $p = 0.003$ ), dan *push up* ( $Z = -2.690$ ,  $p = 0.007$ ).

Namun, pada aspek ketahanan, program latihan konvensional menunjukkan keterbatasan. Meskipun *sit up* mengalami peningkatan yang sangat signifikan ( $Z = -3.704$ ,  $p < 0.001$ ), dua variabel lainnya tidak menunjukkan perubahan bermakna. *Plank endurance* menunjukkan tren peningkatan yang tidak signifikan ( $Z = -1.792$ ,  $p = 0.073$ ), sedangkan *cooper test* bahkan tidak menunjukkan perubahan sama sekali ( $Z = -0.380$ ,  $p = 0.704$ ). Pola hasil ini menunjukkan bahwa program latihan konvensional efektif untuk mengembangkan kekuatan, namun memiliki keterbatasan dalam meningkatkan aspek ketahanan kardiorespiratori dan ketahanan otot tertentu.

Untuk mengevaluasi efektivitas relatif kedua program latihan, dilakukan analisis perbandingan gain score antara kelompok eksperimen dan kontrol menggunakan *Mann-Whitney U test*. *Gain score* dihitung sebagai selisih antara nilai *posttest* dan *pretest* pada masing-masing variabel, yang mencerminkan besaran peningkatan yang dicapai oleh setiap kelompok. Analisis ini memberikan gambaran objektif mengenai program latihan mana yang lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan.

*Effect size* dihitung menggunakan rumus:  $r = \frac{Z}{\sqrt{n \text{ total}}}$

Interpretasi *effect size*: 0.1 (kecil), 0.3 (sedang), 0.5 (besar), 0.8 (sangat besar)

Tabel 4. Perbandingan *Gain Score* Antar Kelompok (*Mann-Whitney U Test*)

Variabel	Z	p-value	Effect size (r)	Interpretasi
<i>Push Up</i>	-5,781	0,000	0,817	Sangat besar
<i>BackStrength</i>	-5,672	0,000	0,802	Sangat besar
<i>LegStrength</i>	-6,065	0,000	0,858	Sangat besar
<i>Grip strength</i> kanan	-4,513	0,000	0,638	Besar
<i>Grip strength</i> kiri	-5,045	0,000	0,713	Besar
<i>Sit-Up</i>	-4,882	0,000	0,638	Besar
<i>Plank</i>	-4,081	0,000	0,577	Besar
<i>Cooper test</i>	-5,201	0,000	0,736	Besar

Hasil analisis *gain score* yang ditunjukkan oleh tabel dengan *Mann-Whitney U test* menunjukkan bahwa bahwa program *CrossFit* unggul secara konsisten pada seluruh variabel, dengan perbedaan sangat signifikan ( $p < 0.001$ ) dan *mean rank* kelompok eksperimen selalu lebih tinggi dibandingkan kontrol. Perhitungan *effect size* mengonfirmasi keunggulan ini, di mana tiga variabel kekuatan *leg strength* ( $r = 0.858$ ), *push up* ( $r = 0.817$ ), dan *back strength* ( $r = 0.802$ ) masuk kategori sangat besar, menegaskan efektivitas *CrossFit* dalam meningkatkan kekuatan tungkai, *upper body*, dan *core*. Sementara itu, lima variabel lain berada pada kategori besar, termasuk *Cooper test* ( $r = 0.736$ ) untuk kapasitas kardiorespiratori, *grip strength* kiri ( $r = 0.713$ ), *sit up* ( $r = 0.691$ ), serta *plank endurance* ( $r = 0.577$ ), yang meski paling kecil tetap menunjukkan efektifitas *CrossFit* dengan makna yang signifikan.

## **Pembahasan**

Temuan penelitian ini mengungkapkan efektivitas yang lebih tinggi dari program *CrossFit* dalam meningkatkan kondisi fisik atlet panahan dibandingkan program latihan konvensional. Kelompok yang menjalani program *CrossFit* menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh variabel yang diukur, sementara kelompok kontrol dengan program konvensional menunjukkan hasil yang bervariasi dengan beberapa keterbatasan, khususnya pada aspek ketahanan fisik. Keunggulan program *CrossFit* secara menyeluruh tercermin dari analisis komparatif antarkelompok yang mengungkapkan perbedaan sangat signifikan pada seluruh variabel ( $p < 0,001$ ) disertai ukuran efek besar hingga sangat besar, dengan kekuatan tungkai menunjukkan ukuran efek terbesar ( $r = 0,858$ ).

Dalam aspek kekuatan fisik, program *CrossFit* mendemonstrasikan efektivitas yang konsisten dengan peningkatan sangat signifikan pada semua parameter yang diukur. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui prinsip beban berlebih progresif dan spesifisitas adaptasi yang menjadi karakteristik utama *CrossFit* dalam perspektif fisiologi olahraga. Program *CrossFit* mengintegrasikan beban latihan melalui *Workouts of the Day* (WODs) yang memadukan unsur senam, pengkondisian metabolisme, dan angkat besi dengan intensitas tinggi, sehingga memberikan rangsangan latihan yang lebih menyeluruh dibandingkan program konvensional (Schlegel, 2020; Maté-Muñoz *et al.*, 2018). Temuan ini memperkuat penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa HIFT efektif meningkatkan komposisi tubuh, massa otot, dan kekuatan maksimal secara bersamaan (Smith *et al.*, 2022).

Peningkatan kekuatan tungkai yang dominan memiliki relevansi khusus terhadap biomekanika panahan melalui Teori Rantai Kinetik, di mana gerakan efisien berasal dari aktivasi otot yang berurutan dari inti ke ekstremitas (McMullen & Uhl, 2000; Mayes *et al.*, 2022). Kekuatan tungkai yang optimal menjadi fondasi stabilitas postural yang diperlukan pemanah untuk mempertahankan sikap berdiri yang konsisten selama fase membidik, sementara stabilitas tubuh bagian bawah berkontribusi signifikan terhadap transfer energi yang efisien menuju ekstremitas atas (Torres-Banduc *et al.*, 2021). Peningkatan kekuatan punggung dan kekuatan genggam yang signifikan memiliki aplikasi langsung terhadap prestasi panahan, mengingat

aktivitas otot proksimal seperti *deltoid*, *trapezius*, dan otot punggung memengaruhi kualitas tembakan secara langsung (Hamdan *et al.*, 2022; Suwarganda *et al.*, 2012).

Aspek ketahanan fisik menunjukkan perbedaan yang paling jelas antara efektivitas kedua program latihan, di mana kelompok *CrossFit* mengalami peningkatan signifikan pada seluruh parameter ketahanan, sementara kelompok konvensional menunjukkan keterbatasan signifikan dengan ketahanan *plank* yang tidak mengalami peningkatan bermakna dan tes *cooper* yang stagnan. Keunggulan *CrossFit* dalam aspek ketahanan dapat dijelaskan melalui konsep Latihan Fungsional Intensitas Tinggi (HIFT) yang melibatkan berbagai sistem energi secara bersamaan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa program HIFT terbukti meningkatkan  $\dot{V}O_{2\max}$  dan kapasitas kardiorespirasi sebesar 9,5% hingga 16,9% (Kapsis *et al.*, 2022; Wang & Zhao, 2023). Peningkatan signifikan pada semua parameter ketahanan dalam kelompok *CrossFit* yang ditemukan dalam penelitian ini juga konsisten dengan bukti empiris sebelumnya mengenai efektivitas model Strength HIIT dalam menghasilkan peningkatan substansial daya tahan kekuatan (Warthadi *et al.*, 2022). Dalam konteks panahan, peningkatan kapasitas aerobik ini berkontribusi terhadap kemampuan atlet mempertahankan prestasi selama kompetisi yang berlangsung lama, di mana setiap ronde membutuhkan konsentrasi dan stabilitas yang konsisten.

Peningkatan ketahanan *plank* yang signifikan pada kelompok *CrossFit* memiliki implikasi khusus terhadap stabilitas inti yang menjadi prediktor utama prestasi panahan. Stabilitas postural berkorelasi positif dengan akurasi tembakan karena kemampuan mengurangi tremor saat membidik melalui Teori Kontrol Postural (Horak, 2006). Stabilitas inti terbukti membedakan pemanah elit dan pemula dalam mengendalikan goyangan postural (Musa *et al.*, 2018, Zemková & Zapletalová, 2022). *CrossFit* dengan variasi beban dinamis dan latihan fungsional mampu meningkatkan kontrol postural dan koordinasi neuromuskular (Silva *et al.*, 2022), yang sejalan dengan temuan bahwa latihan keseimbangan dapat mengurangi tremor dan meningkatkan konsistensi tembakan dalam olahraga presisi (Krawczyk-suszek *et al.*, 2022).

Keunggulan program *CrossFit* dapat dijelaskan melalui prinsip latihan bersamaan (*concurrent training*) yang memungkinkan integrasi pengembangan kekuatan dan daya tahan secara bersamaan tanpa mengalami interferensi adaptasi, berbeda dengan program konvensional yang cenderung terfokus pada satu aspek dominan (Dominski *et al.*, 2022). Besaran ukuran efek yang sangat besar mengindikasikan tidak hanya perbedaan statistik, namun juga perbedaan praktis yang bermakna. Ukuran efek di atas 0,8 dikategorikan sebagai efek besar yang memiliki implikasi praktis signifikan dalam konteks pelatihan olahraga berdasarkan taksonomi Cohen. Hal ini menunjukkan bahwa *CrossFit* memberikan keuntungan prestasi yang dapat dirasakan secara nyata oleh atlet..

Dari perspektif spesifisitas latihan, meskipun *CrossFit* didominasi gerakan dinamis yang berbeda dari tuntutan panahan yang statis, temuan ini mengindikasikan adanya transfer positif adaptasi latihan melalui konsep stabilitas reaktif, di mana kemampuan mempertahankan stabilitas dalam kondisi dinamis justru meningkatkan kapasitas stabilitas dalam kondisi statis (Harden *et al.*, 2019). Temuan ini juga memperkuat penelitian yang menunjukkan bahwa HIFT

tidak hanya berdampak fisik, tetapi juga memengaruhi aspek kognitif seperti peningkatan reaksi dan akurasi (Molinaro *et al.*, 2023). Dalam konteks panahan, adaptasi kognitif ini berkontribusi terhadap peningkatan fokus mental dan konsistensi prestasi yang menjadi karakteristik utama olahraga presisi.

Implikasi praktis penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan strategi pelatihan atlet panahan. Bukti empiris mengenai efektivitas *CrossFit* dapat dijadikan dasar untuk merevisi program pembinaan atlet di tingkat daerah maupun nasional. Keunggulan *CrossFit* dalam mengembangkan kekuatan dan ketahanan secara bersamaan menawarkan efisiensi waktu latihan yang sangat berharga dalam konteks pembinaan atlet dengan jadwal kompetisi yang padat.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Pertama, adanya perbedaan baseline pada dua variabel ketahanan (*sit up* dan *cooper test*) antara kelompok eksperimen dan kontrol dapat memengaruhi interpretasi hasil, meskipun analisis menggunakan gain score yang dirancang untuk mengontrol perbedaan awal tersebut. Perbedaan *baseline* ini menunjukkan bahwa meskipun randomisasi telah dilakukan, distribusi kemampuan awal tidak sepenuhnya homogen. Kedua, durasi intervensi selama 12 minggu mungkin belum cukup untuk mengamati adaptasi jangka panjang dan transfer langsung terhadap prestasi panahan dalam kompetisi sesungguhnya.

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa latihan *CrossFit* lebih efektif dibandingkan latihan konvensional dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan fisik atlet panahan, yang tercermin dari peningkatan signifikan pada seluruh komponen fisik yang diukur. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan latihan fungsional berintensitas tinggi mampu memberikan stimulus yang lebih komprehensif dan efisien terhadap adaptasi fisik yang dibutuhkan dalam olahraga panahan, khususnya terkait stabilitas postural, kekuatan fungsional, dan kapasitas ketahanan. Makna praktis dari hasil penelitian ini memberikan dasar empiris bagi pelatih dan pengelola pembinaan atlet untuk mengintegrasikan metode *CrossFit* secara terencana dalam program latihan panahan guna mengoptimalkan kualitas kondisi fisik atlet tanpa menambah beban waktu latihan secara signifikan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji keterkaitan langsung antara peningkatan kondisi fisik dengan akurasi dan konsistensi performa panahan dalam situasi kompetisi serta mengembangkan model periodisasi latihan *CrossFit* yang lebih spesifik sesuai karakteristik atlet panahan.

## Referensi

- Camacho-Cardeñosa, A., Timón, R., Camacho-Cardeñosa, M., Guerrero-Flores, S., Olcina, G., & Marcos-Serrano, M. (2020). Six-months Crossfit Training Improves Metabolic Efficiency in Young Trained Men. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(45), 421–427. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i45.1519>
- Cosgrove, S. J., Crawford, D. A., & Heinrich, K. M. (2019). Multiple Fitness Improvements Found After 6-Months of High Intensity Functional Training. *Sports*, 7(9), 1–13.

- <https://doi.org/10.3390/sports7090203>
- Dominski, F. H., Tibana, R. A., & Andrade, A. (2022). “Functional Fitness Training”, CrossFit, HIMT, or HIFT: What Is the Preferable Terminology? *Frontiers in Sports and Active Living*, 4(May), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.882195>
- Glassman, G. (2007). Understanding Crossfit. *CrossFit Journal*, 35(56), 98–107. <https://doi.org/10.1123/ssj.2017-0115>
- Hamdan, Z. A., Ahmad, Z., & Johari, N. H. (2022). Investigation of Muscle Fatigue of The Archer’s During Endurance Shooting. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 16(3), 8987–8995. <https://doi.org/10.15282/jmes.16.3.2022.02.0711>
- Harden, M., Wolf, A., Haff, G., Hicks, K., & Howatson, G. (2019). Repeatability and Specificity of Eccentric Force Output and the Implications for Eccentric Training Load Prescription. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33, 676–683. <https://doi.org/https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002965>
- Horak, F. B. (2006). Postural Orientation and Equilibrium: What do We Need to Know About Neural Control of Balance to Prevent Falls? *Age and Ageing*, 35(SUPPL.2), 7–11. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
- Kapsis, D. P., Tsoukos, A., Psarraki, M. P., Douda, H. T., Smilios, I., & Bogdanis, G. C. (2022). Changes in Body Composition and Strength after 12 Weeks of High-Intensity Functional Training with Two Different Loads in Physically Active Men and Women: A Randomized Controlled Study. *Sports*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/sports10010007>
- Khan, S., Malhotra, D., Dhingra, M., Ahsan, M., Nuhmani, S., & Bari, M. A. (2024). Effect of Pilates Exercise Combined with Balance Training on Lumbopelvic Stability and Shooting Accuracy in National Level Archers. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 14(2), 344–351. <https://doi.org/10.32098/mltj.02.2024.15>
- Krawczyk-suszek, M., Martowska, B., & Sapuła, R. (2022). Analysis of the Stability of the Body in a Standing Position When Shooting at a Stationary Target—A Randomized Controlled Trial. *Sensors*, 22(1). <https://doi.org/10.3390/s22010368>
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., Lozano-Estevan, M. del C., Alonso-Melero, R., Sánchez-Calabuig, M. A., Ruíz-López, M., de Jesús, F., & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different Crossfit Workouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(4), 668–679.
- Mayes, M., Salesky, M., & Lansdown, D. A. (2022). Throwing Injury Prevention Strategies with a Whole Kinetic Chain-Focused Approach. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 15(2), 53–64. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09744-9>
- McMullen, J., & Uhl, T. L. (2000). A Kinetic Chain Approach for Shoulder Rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 329–337.
- Molinaro, L., Taborri, J., Pauletto, D., Guerra, V., Molinaro, D., Sicari, G., Regina, A., Guerra, E., & Rossi, S. (2023). Measuring the Immediate Effects of High-Intensity Functional Training on Motor, Cognitive and Physiological Parameters in Well-Trained Adults. *Sensors*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/s23083937>
- Musa, R. ., Abdullah, M. ., Juahir, H., Maliki, A. B. H. ., Mat-Rasid, S. ., Kosni, Adnan, A., Alias, N., & Eswaramoorthi, V. (2018). A Multidimensional Analysis of Physiological and Mechanical Variables Among Archers of Different Levels of Expertise. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 4(1), 9–10. <https://doi.org/http://x.doi.org/10.4314/jfas.v10i1s.2>

- Özbay, S. (2019). The Effects of Different Types of Strength Training for Recreational Purposes on the Body Composition and Strength Development of University Students. *Asian Journal of Education and Training*, 5(2), 381–385. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2019.52.381.385>
- Putra, G. N. (2022). Relationship of Arm Muscle Strength, Arm Muscle Endurance, Abdominal Strength and Balance with Arrow Achievement. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 5(1), 128–132. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v5-i1-17>
- Schlegel, P. (2020). CrossFit® training strategies from the perspective of concurrent training: A systematic review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(4), 670–680.
- Silva, E. R., Maffulli, N., Migliorini, F., Santos, G. M., de Menezes, F. S., & Okubo, R. (2022). Function, strength, and muscle activation of the shoulder complex in Crossfit practitioners with and without pain: a cross-sectional observational study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-02915-x>
- Smith, L. E., Van Guilder, G. P., Dalleck, L. C., & Harris, N. K. (2022). The Effects of a Single Session of High Intensity Functional Training on Energy Expenditure, VO<sub>2</sub>, and Blood Lactate. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(4), 545–554. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.545>
- Suppiah, P. K., Kiet, T. W. K., Musa, R. M., Abdullah, M. R., Lee, J. L. F., & Maliki, A. B. H. M. (2017). The Effectiveness of a Core Muscles Stability Program in Reducing the Postural Sway of Adolescent Archers: A Panacea for a better Archery Performance. *International Journal of Physiotherapy*, 4(5), 296–301. <https://doi.org/10.15621/ijphy/2017/v4i5/159425>
- Suwarganda, E., Razali, R., Wison, B., & Pharny, A. (2012). Influence of Muscle Activity on Shooting Performance in Archery: Preliminary Findings. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports*, 94, 188–191.
- Tibana, R. A., Vieira, I., Neto, D. S., Manuel, N., Sousa, F. De, & Romeiro, C. (2021). Local Muscle Endurance and Strength Had Strong Relationship. *Sports*, 9(98), 1–10. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202106.0034.V1>
- Torres-Banduc, M. A., Jerez-Mayorga, D., Moran, J., Keogh, J. W. L., & Ramírez-Campillo, R. (2021). Isokinetic force-power profile of the shoulder joint in males participating in CrossFit training and competing at different levels. *PeerJ*, 9, 1–16. <https://doi.org/10.7717/peerj.11643>
- Vypasniak, I., Nesen, O., & Jagiello, M. (2024). Enhancing physical fitness through Crossfit for 15-16-year-old high school students. *Physical Culture, Recreation and Rehabilitation*. <https://doi.org/10.15561/physcult.2024.0102>
- Wang, X., & Zhao, L. (2023). Adaptive responses of cardiorespiratory system and hormonal parameters to individualized high-intensity interval training using anaerobic power reserve in well-trained rowers. *Frontiers in Physiology*, 14(April), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1177108>
- Warthadi, A. N., Budianto, R., Subekti, N., Fatoni, M., & Nurhidayat, N. (2022). Intervensi Latihan High Intensity Interval Training Terhadap Strength Endurance Olahraga Pencak Silat (Ekstrimitas Bawah). *Jambura Health and Sport Journal*, 4(2), 139–147. <https://doi.org/10.37311/jhsj.v4i2.15811>
- Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 13(February), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>