

## **Gambaran Daya Tahan Otot Lengan Atas pada Penggiat Olahraga *Hyrox* di Kota Makassar**

**Magfira Ramadhani**

Program Studi S1 Fisioterapi, Fakultas Keperawatan, Universita Hasanuddin, Jl. Perintis  
Kemerdekaan Kampus Tamalanrea Km.10, Makassar, 90245, Indonesia

\*Penulis korespondensi, E-mail: [magfira.ramadhani2004@gmail.com](mailto:magfira.ramadhani2004@gmail.com), 085242140875

**Irianto**

Program Studi Profesi Fisioterapi, Fakultas Keperawatan, Universita Hasanuddin, Makassar, Jl. Perintis  
Kemerdekaan Kampus Tamalanrea Km.10 Makassar, 90245, Indonesia

**Immanuel Maulang**

Program Studi Profesi Fisioterapi, Fakultas Keperawatan, Universita Hasanuddin, Makassar, Jl. Perintis  
Kemerdekaan Kampus Tamalanrea Km.10 Makassar, 90245, Indonesia

**Nukhrawi Nawir**

Program Studi Pendidikan Keperawatan Olahraga, Fakultas Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas  
Negeri Makassar, Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 14, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

### **Abstract**

*Hyrox is a competitive fitness sport that applies the principle of interval training, combining high and moderate intensity activities performed alternately. In its implementation, Hyrox competitions require participants to complete eight types of exercises sequentially, interspersed with eight 1,000-meter runs performed alternately between running and exercise (Brandt et al., 2025). Several Hyrox movements demand repeated contractions of the upper arm muscles such as the biceps, triceps, deltoid, and brachialis, which play an important role in supporting stability and push-pull strength dominant in this sport. This study aims to determine the profile of upper arm muscle endurance among Hyrox practitioners in the city of Makassar. This research employed a quantitative descriptive design. The sample in this study was selected using a total sampling technique, meaning that all members of the population who met the inclusion and exclusion criteria were included as research subjects. The results showed that the upper arm muscle endurance of Hyrox practitioners was predominantly in the "excellent" category (81.5%). The majority of participants were in the early adulthood age group (51.9%) and female (59.3%), with a high training frequency (81.5%), adequate training duration (81.5%), and moderate training intensity (66.7%), as well as engaging in additional physical activities (81.5%). Therefore, Hyrox practitioners are predominantly characterized by excellent upper arm muscle endurance, female gender, high training frequency, longer training duration, moderate intensity, and additional physical activities.*

**Keywords:** *Interval training; hyrox; muscle endurance; upper arm.*

### **Abstrak**

*Hyrox sebagai bentuk olahraga kompetitif berbasis kebugaran yang menerapkan prinsip latihan interval, yaitu menggabungkan aktivitas berintensitas tinggi dan sedang yang dilakukan secara bergantian. Dalam pelaksanaannya, pada kompetisi *hyrox* peserta harus menyelesaikan delapan jenis latihan secara berurutan dan disertai lari sebanyak 8 kali dengan masing-masing 1.000 meter dilakukan secara bergantian antara lari dan latihan. Beberapa gerakan *hyrox* menuntut kontraksi berulang dari otot lengan atas seperti *biceps*, *triceps*, *deltoid*, dan *brachialis* yang berperan penting dalam mendukung stabilitas dan kekuatan dorong tarik yang dominan dalam olahraga ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran daya tahan otot lengan atas pada penggiat olahraga *hyrox* di Kota Makassar. Penelitian ini*

menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik total sampling, sehingga seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dijadikan sampel penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan daya tahan otot lengan atas penggiat olahraga *hyrox* berada pada kategori baik sekali (81,5%), dengan usia mayoritas berada pada kelompok dewasa awal (51,9%), berjenis kelamin perempuan (59,3%), dengan frekuensi latihan tinggi (81,5%), durasi latihan cukup (81,5%) dan intensitas latihan sedang (66,7%), serta memiliki aktivitas fisik lain (81,5%). Sehingga, penggiat olahraga *hyrox* didominasi oleh kelompok dengan daya tahan otot lengan atas baik sekali, jenis kelamin perempuan, frekuensi latihan tinggi, durasi latihan lama, intensitas latihan sedang dan aktivitas fisik tambahan lain.

**Kata kunci:** *Interval training*; *hyrox*; daya tahan otot; lengan atas.

## PENDAHULUAN

Latihan kebugaran fungsional atau *functional fitness training* (FFT) menggunakan beban sudah menjadi olahraga yang banyak diminati baik kalangan muda hingga kalangan tua. Saat ini, latihan interval khususnya HIIT telah menjadi salah satu metode latihan yang semakin populer dan banyak diterapkan dalam program kebugaran karena memiliki efek terhadap adaptasi fisiologis dalam meningkatkan kapasitas kardiovaskular, daya tahan otot, dan efisien dalam waktu latihan (Warthadi dkk., 2022). *Hyrox* sebagai bentuk olahraga kompetitif berbasis kebugaran yang menerapkan prinsip latihan interval, yaitu menggabungkan aktivitas berintensitas tinggi dan sedang yang dilakukan secara bergantian. Latihannya yang berfokus pada stamina dan daya tahan anaerobik dengan menggunakan prinsip latihan interval dan *circuit training* (Alexander dkk., 2021). Dalam pelaksanaannya, pada kompetisi *hyrox* peserta harus menyelesaikan delapan jenis latihan secara berurutan, yaitu *skiergometer*, *sled push*, *sled pull*, *burpee broad jump*, *rowing ergometer*, *farmers carry*, *sandbag lunge* dan *wall ball* dan disertai lari sebanyak 8 kali dengan masing-masing 1.000 meter dilakukan secara bergantian antara lari dan latihan (Brandt dkk., 2025).

Kompetisi ini menekankan atlet untuk mampu mempertahankan performa dalam kondisi kelelahan fisiologis yang berkelanjutan. Daya tahan otot menjadi salah satu komponen penting dalam performa peserta *hyrox*. Durasi pelaksanaan yang berkisar 1 – 3 jam mengindikasikan bahwa *hyrox* memerlukan daya tahan untuk bekerja kuat dalam jangka waktu cukup lama. Berdasarkan penelitian, mengindikasikan bahwa daya tahan kardiorespirasi lebih berperan pada komponen aerobik seperti lari, sedangkan daya tahan otot berperan dominan pada komponen latihan fungsional (López dkk., 2025). Beberapa gerakan *hyrox* seperti *skiergometer*, *sled pull*, *rowing*, *farmers carry* dan *wall balls* menuntut kontraksi berulang dari otot lengan atas seperti *biceps*, *triceps*, *deltoid*, dan *brachialis* yang berperan penting dalam mendukung stabilitas dan kekuatan dorong tarik yang dominan dalam olahraga ini. Daya tahan otot yang baik dalam olahraga *hyrox* memungkinkan individu untuk mengerahkan kekuatan secara konsisten pada setiap pos latihan, sehingga berpengaruh terhadap total waktu penyelesaian kompetisi (López dkk., 2025).

Meskipun latihan *hyrox* semakin populer sebagai salah satu bentuk latihan fungsional intensitas tinggi, saat ini literatur ilmiah yang membahas olahraga ini masih sangat terbatas. Hingga kini belum terdapat studi yang menggambarkan tingkat daya tahan otot lengan atas pada penggiat *hyrox*. Oleh karena itu, pada penelitian ini pengukuran tingkat daya tahan otot yang digunakan adalah *push-up test*. Pada penelitian ini, sampel dikategorikan dengan tingkat daya tahan otot baik sekali, baik, cukup, kurang dan sangat kurang berdasarkan usia, jenis kelamin, frekuensi latihan, durasi latihan, intensitas latihan dan aktivitas fisik lain.

## METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan daya tahan otot lengan atas pada penggiat olahraga *hyrox* di Kota Makassar. Pengukuran variabel pada penelitian ini pada satu waktu tertentu saja dengan teknik pengambilan sampel menggunakan metode *total sampling*. Sebelum pelaksanaan, peneliti melakukan observasi dan wawancara awal dengan pengelola *Hyrox Official Training Club*. Penelitian dilaksanakan pada Februari 2026 di *Hyrox Official Training Club*, jalan A.P. Pettarani Kompleks IDI, Makassar. Populasi dalam penelitian ini adalah 40 orang anggota dengan sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebanyak 27 orang.

Kriteria inklusi pada penelitian ini meliputi latihan minimal 3 bulan terakhir, mengikuti latihan 3 – 5 kali per minggu, dan berusia 17 – 45 tahun. Kriteria eksklusi antara lain: riwayat cedera ekstremitas atas kurang dari 3 bulan terakhir dan mengonsumsi obat-obatan yang dapat mempengaruhi fungsi otot. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran daya tahan otot lengan atas menggunakan *push-up test*. Kemudian, hasil pengukuran akan dikategorikan ke dalam tingkatan kebugaran (sangat kurang hingga baik sekali). Penelitian ini dilakukan setelah seluruh responden telah memberikan persetujuan setelah memperoleh penjelasan penelitian dan mendapatkan rekomendasi persetujuan etik dari Komisi Etik Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin dengan nomor 164/UN4.18.3/TP.01.02/2026.

## HASIL

Penelitian ini telah dilaksanakan sejak tanggal 9 Februari 2026 – 12 Februari 2026. Responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini sebanyak 40 orang, sedangkan responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebanyak 27 orang. Penelitian ini menggunakan data primer, yaitu data yang didapatkan secara langsung dari responden. Karakteristik penggiat olahraga *hyrox* di Kota Makassar ditinjau dari beberapa variabel diantaranya nilai *push-up test*, usia, jenis kelamin, frekuensi latihan, durasi latihan, intensitas latihan dan aktivitas fisik lain.

Tabel 1. Karakteristik Umum Penggiat Olahraga *Hyrox*

No.	Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
1.	<b>Usia</b>		
	Remaja Akhir	3	11,1
	Dewasa Awal	19	70,4
	Dewasa Akhir	5	18,5
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>
2.	<b>Jenis Kelamin</b>		
	Laki-laki	10	37,0
	Perempuan	17	63,0
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>
3.	<b>Frekuensi Latihan</b>		
	Rendah	0	0,0
	Sedang	0	0,0
	Tinggi	27	100,0
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>
4.	<b>Durasi Latihan</b>		
	Singkat	0	0,0
	Cukup	27	100
	Lama	0	0,0

	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>
<b>5.</b>	<b>Intensitas Latihan</b>		
	Ringan	0	0,0
	Sedang	22	81,5
	Sangat Berat	5	18,5
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>
<b>6.</b>	<b>Aktivitas Fisik Lain</b>		
	Ada	27	100,0
	Tidak Ada	0	0,0
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>

Tabel 1 menunjukkan karakteristik responden berdasarkan usia, jenis kelamin, frekuensi latihan, durasi latihan, intensitas latihan dan aktivitas fisik lain. Proporsi responden pada kategori usia didominasi oleh kelompok dewasa awal (70,4%). Responden pada kategori jenis kelamin didominasi oleh perempuan (63,0%). Responden pada kategori frekuensi latihan didominasi oleh kelompok frekuensi latihan tinggi (100,0%). Responden pada kategori durasi latihan didominasi oleh kelompok durasi latihan yang cukup (100,0%). Responden pada kategori intensitas latihan didominasi oleh kelompok intensitas latihan sedang (81,5%). Dan yang terakhir, responden pada kategori aktivitas fisik lain didominasi oleh kelompok yang memiliki aktivitas fisik lain di luar latihan utama (100,0%).

#### A. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas

Tabel 2. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas

No.	Daya Tahan Otot Lengan Atas	Frekuensi (n)	Persentase (%)
1.	Baik Sekali	22	81,5
2.	Baik	4	14,8
3.	Cukup	1	3,7
4.	Kurang	0	0,0
5.	Sangat Kurang	0	0,0
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>

Tabel 2 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas dengan mayoritas responden berada pada kategori baik sekali (81,5%), diikuti kategori baik (14,8%), dan kategori cukup (3,7%).

#### B. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Usia

Tabel 3. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Usia

No.	Usia	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang	
1.	Remaja Akhir (%)	3 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (11,1)
2.	Dewasa Awal (%)	14 (51,9)	4 (14,8)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	19 (70,4)
3.	Dewasa Akhir (%)	5 (18,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (18,5)

<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>
<b>(%)</b>	<b>(81,5)</b>	<b>(14,8)</b>	<b>(3,7)</b>	<b>(0,0)</b>	<b>(0,0)</b>	<b>(100,0)</b>

Tabel 3 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan usia, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok dewasa awal (51,9%). Dan juga kategori baik terbanyak dimiliki kelompok dewasa awal (14,8%).

**C. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Jenis Kelamin**

Tabel 4. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Jenis Kelamin

No.	Jenis Kelamin	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang	
1.	Laki-laki (%)	6 (22,2)	3 (11,1)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	10 (37,0)
2.	Perempuan (%)	16 (59,3)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	17 (63,0)
	<b>Total (%)</b>	<b>22 (81,5)</b>	<b>4 (14,8)</b>	<b>1 (3,7)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>

Tabel 4 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan jenis kelamin, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok perempuan (59,3%). Dan kategori baik didominasi oleh kelompok laki-laki (11,1%).

**D. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Frekuensi Latihan**

Tabel 5. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Frekuensi Latihan

No.	Frekuensi Latihan	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang	
1.	Rendah (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
2.	Sedang (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
3.	Tinggi (%)	22 (81,5)	4 (14,8)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (100,0)
	<b>Total (%)</b>	<b>22 (81,5)</b>	<b>4 (14,8)</b>	<b>1 (3,7)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>

Tabel 5 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan frekuensi latihan, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok frekuensi latihan tinggi (81,5%). Kategori baik terbanyak oleh kelompok frekuensi latihan tinggi (14,8%). Serta, kategori cukup didominasi oleh kelompok frekuensi latihan tinggi (3,7%).

**E. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Durasi Latihan**

Tabel 6. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Durasi Latihan

No.	Durasi Latihan	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik	Baik	Cukup	Kurang	Sangat	

		Sekali			Kurang		
1.	Singkat (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
2.	Cukup (%)	22 (81,5)	4 (14,8)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (100,0)
3.	Lama (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Total (%)</b>		<b>22 (81,5)</b>	<b>4 (14,8)</b>	<b>1 (3,7)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>

Tabel 6 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan durasi latihan, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok durasi latihan cukup (81,5%). Kategori baik didominasi oleh kelompok durasi latihan cukup (14,8%). Serta, kategori cukup didominasi oleh kelompok durasi latihan cukup (3,7%).

#### F. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Intensitas Latihan

Tabel 7. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Intensitas Latihan

No.	Intensitas Latihan	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang	
1.	Ringan (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
2.	Sedang (%)	18 (66,7)	4 (14,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	22 (81,5)
3.	Sangat Berat (%)	4 (14,8)	0 (0,0)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (18,5)
<b>Total (%)</b>		<b>22 (81,5)</b>	<b>4 (14,8)</b>	<b>1 (3,7)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>

Tabel 7 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan intensitas latihan, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok intensitas latihan sedang (66,7%). Kategori baik didominasi oleh intensitas latihan sedang (14,8%). Serta, kategori cukup didominasi oleh kelompok intensitas latihan sangat berat (3,7%).

#### G. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Aktivitas Fisik Lain

Tabel 8. Distribusi Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Aktivitas Fisik Lain

No.	Aktivitas Fisik Lain	Nilai Daya Tahan Otot Lengan Atas					Total (%)
		Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang	
1.	Gym (%)	7 (25,9)	0 (0,0)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (29,6)
2.	Gym & Basket (%)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
3.	Gym & Jogging	5 (18,5)	3 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (29,6)

	(%)						
4.	Gym, Jogging & Judo	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
5.	Gym, Jogging & Weightlifting	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
6.	Gym & Renang	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
7.	Gym & Weightlifting	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
8.	Jogging	4 (14,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (14,8)
9.	Kempo	0 (0,0)	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
10.	Pilates	1 (3,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,7)
	<b>Total (%)</b>	<b>22 (81,5)</b>	<b>4 (14,8)</b>	<b>1 (3,7)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>

Tabel 8 menyajikan distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan aktivitas fisik lain, dengan kategori baik sekali didominasi kelompok yang memiliki aktivitas fisik lain *gym* (25,9%). Kategori baik didominasi oleh kelompok yang memiliki aktivitas fisik lain *gym & jogging* (11,1%). Serta, kategori cukup didominasi oleh kelompok yang memiliki aktivitas fisik lain *gym* (3,7%).

## PEMBAHASAN

### A. Gambaran Daya Tahan Otot Lengan Atas

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 27 responden yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi pada penggiat olahraga *hyrox*, yaitu daya tahan otot lengan atas dengan kategori sangat baik 81,5%, kategori baik 14,8% dan kategori cukup 3,7%, serta tidak terdapat responden dalam kategori kurang maupun sangat kurang. Daya tahan otot lengan atas diperlukan pada penggiat olahraga *hyrox* karena sifat gerakannya yang berulang dan durasi yang relatif panjang. Yang mana saat kompetisinya peserta diharuskan menyelesaikan 8 pos latihan dengan beban yang berbeda dalam waktu yang efisien (Brandt dkk., 2025). Sejalan dengan penelitian yang mengemukakan bahwa daya tahan kardiorespirasi lebih berperan pada komponen lari dan daya tahan otot berperan dominan pada komponen latihan fungsional (López dkk., 2025).

Kemampuan daya tahan otot lengan atas dalam olahraga *hyrox* menuntut kerja kontraksi otot lengan atas secara berulang dalam durasi yang panjang, sehingga aktivitas ini lebih dominan melibatkan serabut otot tipe I (*slow twitch fibers*). Pada saat melakukan gerakan berulang seperti menarik dan mendorong beban dalam stasiun latihan olahraga *hyrox*, serabut otot tipe I memanfaatkan proses oksidasi glukosa dan asam lemak untuk

menghasilkan adenosin trifosfat (ATP) secara lebih efisien (Lubis, 2018). Kemampuan ini memungkinkan seseorang mempertahankan performa secara konsisten sepanjang aktivitas berlangsung (Seob dkk., 2024).

Adapun berbagai faktor yang menunjang daya tahan otot seseorang, yaitu kapasitas aerobik otot yaitu kemampuan otot dalam memanfaatkan oksigen untuk menghasilkan energi. Selain itu, daya tahan otot juga dipengaruhi oleh ketahanan metabolik, yaitu kemampuan otot dalam memproduksi energi sekaligus mengelola serta mengeliminasi sisa metabolisme seperti asam laktat, sehingga dapat menunda terjadinya kelelahan. Terakhir, fleksibilitas dan mobilitas sendi turut mendukung efisiensi gerakan, mengurangi beban kerja berlebih, serta menurunkan risiko kelelahan dan cedera saat melakukan aktivitas dalam jangka waktu yang panjang (Sulistiyono, 2020). Selain itu, daya tahan otot dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya usia, jenis kelamin, frekuensi latihan, intensitas latihan, dan durasi (Pranata & Kumaat, 2022).

## **B. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Usia**

Berdasarkan data hasil penelitian didapatkan bahwa daya tahan otot lengan atas pada penggiat olahraga *hyrox* berdasarkan usia, yaitu pada kelompok remaja akhir menunjukkan distribusi seluruh responden 11,1% berada pada kategori baik sekali. Pada kelompok dewasa awal menunjukkan distribusi daya tahan otot lengan atas paling dominan pada kategori baik sekali 51,9%, diikuti kategori baik 14,8% dan kategori cukup sebanyak 3,7%. Sedangkan, pada kelompok dewasa akhir menunjukkan distribusi seluruh responden 18,5% berada pada kategori baik sekali.

Diketahui bahwa umur mempengaruhi hampir semua komponen kebugaran jasmani. Pada orang-orang terlatih, daya tahan otot akan terus meningkat dan mencapai ketahanan maksimal diusia 20 tahun. Namun seiring penuaan, serat otot akan mengecil dan massa otot berkurang. Seiring berkurangnya massa otot, kekuatan, daya tahan dan fleksibilitas otot juga berkurang (Arjuna dkk., 2025). Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengemukakan bahwa usia 20 tahun awal hingga 36 tahun merupakan usia puncak performa tubuh seseorang (Amin dkk., 2021). Daya tahan tersebut semakin menurun seiring bertambahnya usia dengan penurunan 8 – 10% pada individu yang tidak aktif beraktivitas dan menurun 4 – 5 % untuk individu yang aktif beraktivitas. Sedangkan, massa otot dapat mengalami penurunan sebesar 3 – 8 % setelah usia 30 tahun (Suyanto dkk., 2021).

Hasil capaian nilai *push-up test* yang tinggi untuk daya tahan otot lengan atas penggiat olahraga *hyrox* pada kelompok dewasa awal menunjukkan bahwa secara fisiologis usia ini berada pada fase optimal. Pada tahap ini, kapasitas metabolik otot, kepadatan kapiler, serta efisiensi sistem neuromuskular masih berada pada kondisi yang sangat baik, sehingga otot mampu mempertahankan kontraksi secara berulang dalam durasi yang lebih lama tanpa mengalami kelelahan yang signifikan (Westerståhl dkk., 2025).

## **C. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Jenis Kelamin**

Berdasarkan hasil analisis distribusi data nilai daya tahan otot lengan atas yang ditinjau berdasarkan jenis kelamin. Pada kelompok laki-laki, distribusi nilai daya tahan otot lengan atas pada penggiat olahraga *hyrox* tersebar pada beberapa kategori, yaitu 22,2% pada kategori baik sekali, 11,1% pada kategori baik, dan 3,7% pada kategori cukup.

Sebaliknya, pada kelompok perempuan sebagian besar responden berada pada kategori baik sekali 59,3%, dan hanya 3,7% yang berada pada kategori baik.

Secara fisiologis, terdapat perbedaan kemampuan fisik antara laki-laki dan perempuan umumnya dipengaruhi oleh faktor hormonal dan komposisi tubuh. Temuan ini mendukung penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa perbedaan biologis dan fisiologis antar jenis kelamin berperan dalam memengaruhi performa kekuatan otot. Secara umum, laki-laki menunjukkan tingkat kekuatan otot lengan dan otot perut yang lebih tinggi dibandingkan perempuan (Rahmat dkk., 2025). Perbedaan jenis kelamin dalam komposisi tubuh disebabkan oleh kerja hormon steroid seks, yang mendorong dimorfisme selama perkembangan pubertas. Kondisi ini sejalan dengan teori fisiologis yang menjelaskan bahwa laki-laki secara alami memiliki massa otot yang lebih besar serta kadar hormon testosteron yang lebih tinggi, yang berperan signifikan dalam meningkatkan kapasitas kekuatan otot (Rahmat dkk., 2025). Seiring bertambahnya usia, kadar hormon testosteron pada laki-laki mengalami penurunan yang relatif lebih cepat dibandingkan penurunan hormon estrogen pada perempuan. Pada laki-laki sehat usia 30 – 40 tahun, kadar testosteron dilaporkan menurun sekitar 1% per tahun (Feldman dkk., 2002).

Selain itu, perbandingan kondisi fisik antara laki-laki dan perempuan dewasa menunjukkan bahwa dibandingkan pria, perempuan cenderung memiliki ukuran tubuh yang relatif lebih kecil dan kurang memiliki skeletal yang kokoh sehingga kurang menunjang kekuatan. Tulang rangka pada perempuan biasanya lebih kecil dibanding dengan tulang rangka pada laki-laki (Koesbardiati dkk., 2018).

#### **D. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Frekuensi Latihan**

Hasil distribusi nilai daya tahan otot lengan atas pada penggiat olahraga *hyrox* berdasarkan frekuensi latihan, pada kelompok responden dengan frekuensi latihan tinggi memiliki nilai daya tahan otot lengan atas yang dominan berada pada kategori baik sekali 81,5%, diikuti kategori baik 14,8%, dan terakhir pada kategori cukup 3,7%.

Frekuensi latihan merujuk pada jumlah sesi latihan yang dilakukan dalam periode tertentu, umumnya dalam satu minggu. Pedoman aktivitas fisik dari organisasi *american college of sports medicine* (ACSM), merekomendasikan frekuensi latihan beban 2 hingga 3 hari per minggu untuk orang dewasa sehat (Ratamess & Alvar, 2009). Menurut studi, latihan ketahanan lebih dari tiga kali dalam seminggu, termasuk ke dalam frekuensi latihan yang tinggi bagi individu yang bukan atlet. bagi atlet angkat beban, binaragawan dan sebagainya yang direkomendasikan untuk latihan 4 – 5 kali dalam seminggu untuk membentuk dan meningkatkan kekuatan otot (Ralston dkk., 2018). Sejalan dengan penelitian pada atlet gulat, menunjukkan bahwa latihan dengan frekuensi tinggi dapat meningkatkan daya tahan tubuh dan kekuatan otot, dua elemen penting dalam olahraga gulat (Juhanis & Hasyim, 2025). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa kelompok dengan frekuensi latihan 5 kali per minggu mengalami peningkatan kekuatan yang lebih besar dibandingkan kelompok dengan frekuensi 1, 2, 3, maupun 4 kali per minggu (Ralston dkk., 2018).

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah interval antar sesi latihan, yang sebaiknya tidak melebihi dua hari, karena kemampuan daya tahan akan mulai menurun

apabila tidak dilakukan latihan selama lebih dari 48 jam. Frekuensi latihan penting untuk diperhatikan karena berkaitan dengan waktu bagi otot tubuh beristirahat. Otot perlu diistirahatkan di sela rutinitas latihan untuk menghindari kelelahan otot (Boivin, 2016).

#### **E. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Durasi Latihan**

Hasil penelitian, pada kelompok durasi latihan yang cukup, mayoritas responden memiliki daya tahan otot lengan atas kategori baik sekali 81,5%, diikuti kategori baik 14,8%, dan kategori cukup 3,7%. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik responden penelitian didominasi oleh individu yang telah menjalani aktivitas latihan dalam durasi yang relatif sama dan berkesinambungan.

Menurut *world health organization* (WHO) menyarankan minimal 150 menit olahraga per minggu untuk menjaga tingkat kebugaran. Untuk orang dewasa usia 18 – 64 tahun disarankan melakukan setidaknya 150 menit aktivitas fisik aerobik intensitas sedang per minggu, atau minimal 75 menit aktivitas aerobik intensitas berat per minggu, maupun kombinasi keduanya dengan proporsi yang setara (Collazos dkk., 2010). Hasil penelitian yang dibagi menjadi kelompok sesi latihan 30 menit dan kelompok sesi latihan 60 menit, menunjukkan bahwa sesi latihan berdurasi 60 menit memberikan peningkatan kebugaran yang lebih optimal dibandingkan dengan sesi latihan 30 menit (Kuswari dkk., 2022).

Dengan meningkatnya durasi latihan, tubuh memiliki lebih banyak waktu untuk membakar kalori dan mengoptimalkan berbagai proses biologis. Adaptasi fisiologis tubuh terhadap stimulus latihan dalam periode waktu tertentu dalam memberikan kontribusi yang bermakna terhadap peningkatan kapasitas dan respons fungsional tubuh (Alamsyah & Hita, 2025). Berdasarkan teori, ketahanan tubuh seseorang berkaitan dengan lama kerja atau durasi latihan di mana semakin lama durasi latihan yang dilakukan maka akan membuat seseorang memiliki ketahanan yang baik (Azri & Sinaga, 2023).

#### **F. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Intensitas Latihan**

Hasil distribusi nilai daya tahan otot lengan atas berdasarkan intensitas latihan, didapatkan bahwa kelompok dengan intensitas latihan sedang menunjukkan distribusi tertinggi pada kategori baik sekali 66,7%, serta 14,8% dalam kategori baik. Sementara itu, pada kelompok dengan intensitas sangat berat 14,8% dengan kategori baik sekali dan 3,7% dalam kategori cukup.

Penelitian yang mengkaji meta-analisis menunjukkan bahwa latihan dengan intensitas sedang hingga tinggi mampu menstimulasi peningkatan faktor-faktor fisiologis yang berkaitan dengan ketahanan otot, seperti *capillarization* (pertumbuhan kapiler di jaringan otot). Hal ini menunjukkan bahwa intensitas latihan yang lebih tinggi dapat meningkatkan kapasitas adaptasi otot terhadap beban kerja yang berkepanjangan dengan lebih efektif dibanding latihan intensitas rendah (Liu dkk., 2022).

Hasil penelitian menunjukkan nilai  $p=0,001$  ( $p<0,05$ ) pada seluruh kategori intensitas, yang mengindikasikan bahwa latihan beban pada rentang intensitas 20% hingga 80% 1-RM secara signifikan efektif dalam meningkatkan hipertrofi dan kekuatan otot (Lasevicius dkk., 2018). Berdasarkan hasil tersebut, persentase peningkatan massa otot terbesar terjadi pada lengan atas kanan pada kelompok dengan intensitas 50 – 80% 1-RM. Sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas latihan yang lebih tinggi dalam rentang tersebut memberikan

pengaruh yang lebih optimal terhadap peningkatan massa otot (Gäbler dkk., 2021). Hal lain yang perlu diperhatikan adalah interval waktu istirahat dalam latihan beban yang menyesuaikan dengan berat beban yang digunakan (Tambing dkk., 2020).

### **G. Gambaran Distribusi Daya Tahan Otot Lengan Atas berdasarkan Aktivitas Fisik Lain**

Berdasarkan hasil distribusi data pada variabel aktivitas fisik lain, diperoleh gambaran bahwa seluruh responden dalam penelitian ini tercatat memiliki aktivitas fisik lain di luar latihan *hyrox* yang diteliti. Hasil distribusi menunjukkan bahwa kegiatan *gym* merupakan aktivitas yang paling dominan dilakukan oleh responden. Jenis kegiatan dengan frekuensi terbanyak kedua adalah kombinasi *gym* dan *jogging*. Pola distribusi ini menunjukkan kecenderungan responden memilih latihan yang menitikberatkan pada latihan fungsional, kekuatan, dan daya tahan otot, yang secara karakteristik memiliki kesesuaian tinggi dengan tuntutan fisik dalam olahraga *hyrox*. Keberadaan kategori *gym* dan *jogging* sebagai jenis kegiatan dengan frekuensi tinggi kedua menunjukkan bahwa sebagian responden telah menerapkan prinsip latihan yang menyerupai struktur kompetisi *hyrox*, yaitu kombinasi antara latihan resistensi dan latihan aerobik berulang.

Aktivitas fisik memiliki hubungan yang signifikan dengan kebugaran jasmani, yang ditunjukkan oleh nilai p-value ( $<0,001$ ). Temuan tersebut sejalan dengan penelitian lain yang juga mengonfirmasi adanya hubungan bermakna antara tingkat aktivitas fisik dan kebugaran jasmani (Ruedl dkk., 2019). Semakin tinggi tingkat aktivitas fisik yang dilakukan seseorang, semakin besar pula kontribusinya terhadap peningkatan kebugaran jasmani (Alfian & Sugiyanto, 2024).

Menekuni lebih dari satu jenis olahraga berhubungan secara positif dengan peningkatan daya tahan otot, karena variasi bentuk latihan yang dilakukan dapat memberikan rangsangan fisiologis yang lebih beragam terhadap sistem neuromuskular, meningkatkan kapasitas metabolik otot, serta memperbaiki adaptasi terhadap kelelahan. Didukung penelitian bahwa Peserta multi-olahraga menunjukkan performa yang lebih baik dalam lari bolak-balik dan lima tes lompatan pada *baseline* dibandingkan peserta olahraga tunggal di antara anak laki-laki (Salin dkk., 2021).

## **SIMPULAN**

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat daya tahan otot lengan atas responden didominasi oleh kategori baik sekali, diikuti kategori baik dan cukup, tanpa ditemukan kategori kurang maupun sangat kurang. Mayoritas responden berada pada kelompok usia dewasa awal, baik laki-laki maupun perempuan, dengan proporsi perempuan lebih besar. Seluruh responden memiliki frekuensi latihan tinggi dan durasi latihan yang lama, serta sebagian besar berada pada intensitas latihan sedang. Selain itu, seluruh responden juga melakukan aktivitas fisik tambahan di luar latihan utama, yang secara keseluruhan berkaitan dengan tingginya tingkat daya tahan otot lengan atas pada kategori baik sekali.

## **DAFTAR RUJUKAN**

Alamsyah, N. F., & Hita, I. P. A. Dh. (2025). Frekuensi dan Durasi Berolahraga. *Jurnal Ilmiah Ilmu Keolahragaan*, 9(1), 63–74. <https://doi.org/10.24114/so.v9i1.65277>.

- Alexander, R., Wibisana, I. N., & Kresnapati, P. (2021). Perbandingan Interval Training dan Circuit Training terhadap Peningkatan Daya Tahan Anaerobik SSB Putra Mororejo U-16. *Journal of Physical Activity and Sports Volume*, 2(3), 303–309. <https://doi.org/10.53869/jpas.v2i3.110>.
- Alfian, F. M., & Sugiyanto. (2024). Hubungan Aktivitas Fisik terhadap Kebugaran Jasmani pada Peserta Didik Ekstrakurikuler MAN 2 Tuban. *Jurnal Ilmiah ADIRAGA V*, 10(2), 32–42. <https://doi.org/10.36456/adiraga.v10i2.9720>.
- Amin, N., Setiyawan, U. J., Priyadi, D., & Mulyo, H. (2021). Hubungan Status Gizi Dengan Kekuatan Otot (Lengan, Tungkai, Dan Perut) Atlet Gulat. *Nutrizione: Nutrition Research and Development Journal*, 01, 43–50. <https://doi.org/10.15294/nutrizione.v1i2.52137>.
- Arjuna, F., Sumaryanto, Apriyanto, K. D., & Mahira, R. (2025). Profil Tingkat Kekuatan, Daya Tahan Otot, dan Fleksibilitas Anggota Senam Tera Daerah Istimewa Yogyakarta. *Medikora*, 24(1), 93–102. <https://doi.org/10.21831/medikora.v24i1.87332>.
- Azri, R. G., & Sinaga, R. (2023). Hubungan Frekuensi dan Durasi Olahraga Bela Diri Taekwondo dengan Gangguan Haid. *Jurnal Implementas Husada*, 4(2), 152–160. <https://doi.org/10.30596/jih.v4i2.14773>.
- Boivin, A. C. (2016). *The Effects of Resistance Training Frequency On Muscle Hypertrophy And Strength In Healthy Trained Individuals : Literature Review* [Honors Undergraduate Thesis]. <https://stars.library.ucf.edu/honorstheses/109>.
- Brandt, T., Ebel, C., Lebahn, C., & Schmidt, A. (2025). Acute Physiological Responses and Performance Determinants in HYROX® – A New Running-Focused High-Intensity Functional Fitness Trend. *Frontiers in Physiology*, 16, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1519240>.
- Collazos, V., Desloovere, P., Pierre, V., Waak, A., Candeias, V., Anenden, H., & Elsheikh, E. (2010). *Global Recommendations on Physical Activity For Health*. World Health Organization. 15-33.
- Feldman, H. A., Longcope, C., Derby, C. A., Johannes, C. B., Araujo, A. B., Coviello, A. D., Bremner, W. J., & Kinlay, J. B. M. C. (2002). Age Trends in the Level of Serum Testosterone and Other Hormones in Middle-Aged Men : Longitudinal Results from the Massachusetts Male Aging Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(March), 589–598. <https://doi.org/10.1210/jcem.87.2.8201>.
- Gäbler, M., Berberyan, H. S., Prieske, O., Elferink-gemser, M. T., & Ardigò, L. P. (2021). Strength Training Intensity and Volume Affect Performance of Young Kayakers / Canoeists. *Frontiers in P*, 12(June), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.686744>.
- Juhanis, & Hasyim, M. Q. (2025). Hubungan Frekuensi Latihan Gulat dengan Tingkat Kebugaran Jasmani Remaja. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5, 2611–2622.
- Koesbardiati, T., Murti, D. B., & Putri, R. S. (2018). *Petunjuk Identifikasi Rangka Manusia*. Museum Etnografi dan Pusat Kajian Tradisi Kematian. [https://www.researchgate.net/publication/360165926\\_Petunjuk\\_Identifikasi\\_Rangka\\_Manusia](https://www.researchgate.net/publication/360165926_Petunjuk_Identifikasi_Rangka_Manusia).
- Kuswari, M., Rimbawan, R., Hardinsyah, H., Dewi, M., & Gifari, N. (2022). The Effect Differences of 30-Minutes Versus 60-Minutes Tele-Exercise on Fitness Level of Obese Employees. *National Nutrition Journal*, 17(3), 243–249. <https://doi.org/10.20473/mgi.v17i3.243-249>.
- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Tavares, L. D., Souza, E. O. De, Tricoli, V.,

- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Tavares, L. D., Souza, E. O. De, Laurentino, G., Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., & Schoenfeld, B. J. O. N. (2018). Effects of Different Intensities of Resistance Training With Equated Volume Load on Muscle Strength and Hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898>.
- Liu, Y., Hellsten, Y., Gliemann, L., & Danmark, T. (2022). Effects of Exercise Training Intensity and Duration on Skeletal Muscle Capillarization in Healthy Subjects: A Meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54(10), 1714–1728. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002955>.
- López, P. V., Ortega, A. A., & García, D. J. S. (2025). Characterization of the Profile of Hyrox © Athletes. *Applied Sciences*, 15(11693), 1–10. <https://doi.org/10.3390/app152111693>.
- Lubis, J. (2018). *Pembinaan Kebugaran Jasmani dan Recovery*. PT Raja Grafindo Persada. <https://www.scribd.com/document/625861981/2-Pembinaan-Kebugaran-Jasmani-dan-Recovery-Final>.
- Pranata, D., & Kumaat, N. A. (2022). Pengaruh Olahraga Dan Model Latihan Fisik Terhadap Kebugaran Jasmani Remaja: Literature Review. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 10(2), 107–116. <https://doi.org/10.26740/jurnal-kesehatan-olahraga.v10i02.45189>.
- Rahmat, Z., Pranata, D. Y., Abdurrahman, E., Ahmad, N. Y., & Putri, C. (2025). Performa Kekuatan Otot Lengan dan Perut Pada Atlet Muda berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin di Universitas Bina Bangsa Getsempena. *Jurnal Ilmiah STOK Bina Guna Medan*, 13(2), 289–297. <https://doi.org/10.55081/jsbg.v13i2.4030>.
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D., & Baker, J. S. (2018). Weekly Training Frequency Effects on Strength Gain : A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 4(36), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0149-9>.
- Ratamess, N., & Alvar, B. A. (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *American College of Sports Medicine*, 41(3), 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>.
- Ruedl, G., Greier, N., Niedermeier, M., Posch, M., Prünster, V., Faulhaber, M., & Burtscher, M. (2019). Factors Associated with Physical Fitness among Overweight and Non-Overweight Austrian Secondary School Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214117>.
- Salin, K., Huhtiniemi, M., Watt, A., Mononen, K., & Jaakkola, T. (2021). Contrasts in fitness, motor competence and physical activity among children involved in single or multiple sports. *Biomedical Human Kinetics*, 13, 1–10. <https://doi.org/10.2478/bhk-2021-0001>.
- Seob, J., Yujiro, S., Ryo, Y., William, K., Anna, B. H., & Jeremy, K. (2024). Cross - Education of Muscular Endurance : A Scoping Review. *Sports Medicine*, 54(7), 1771–1783. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02042-z>.
- Sulistiyono. (2020). Profil Kondisi Fisik: Kecepatan, Daya Tahan, Kelincahan, dan Daya Ledak Siswa Sekolah Sepak Bola Kelompok 15 Tahun Tingkat Elit dan Non Elit di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Medikora*, 19(1), 33–39. <https://doi.org/10.21831/medikora.v19i1.30253>.
- Suyanto, D. H., Paskaria, C., & Gunawan, D. (2021). Perbandingan Kekuatan Otot Dan Massa Otot Antara Wanita Lansia Aktif Dan Tidak Aktif Berolahraga. *Jurnal Ilmu Faal Olahraga*, 4(1), 9–13. <https://doi.org/10.51671/jifo.v4i1.88>.
- Tambing, A., Engka, J. N. A., & Wungouw, H. I. S. (2020). Pengaruh Intensitas Latihan Beban

terhadap Massa Otot. *eBiomedik*, 8(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.35790/ebm.8.1.2020.27099>.

- Warthadi, A. N., Budianto, R., Subekti, N., Fatoni, M., & Nurhidayat. (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>.
- Westerståhl, M., Jörnåker, G., Jansson, E., Aasa, U., Ingre, M., Pourhamidi, K., Ulfhake, B., & Gustafsson, T. (2025). Rise and Fall of Physical Capacity in a General Population : A 47- - Year Longitudinal Study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16, 1–13. <https://doi.org/10.1002/jcsm.70134>.