

PENGARUH LATIHAN LOMPAT TALI SELAMA DUA MINGGU TERHADAP KEKUATAN FUNGSI SISTEM KARDIORESPIRASI DAN KEKUATAN OTOT TUNGKAI BAWAH PADA MAHASISWI JENJANG SARJANA KEDOKTERAN ANGKATAN 2020 UNIVERSITAS UDAYANA

A.A. Istri Nanda Pramesthi Cahyani¹, I Nyoman Gede Wardana^{2*}, I Gusti Ayu Widianti², Muliani²

¹Program Studi Sarjana Kedokteran dan Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

²Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

*Korespondensi: mandewardana@unud.ac.id

ABSTRAK

Lompat tali lebih dikenal luas sebagai alat permainan tradisional oleh kalangan remaja. Namun, remaja jarang mengetahui bahwa lompat tali dapat dimanfaatkan sebagai olahraga aerobik yang mudah untuk dilakukan. Rutin melakukan latihan lompat tali dapat meningkatkan kebugaran jasmani sehingga menurunkan risiko penyakit kronis dikemudian hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan lompat tali selama dua minggu terhadap kekuatan fungsi sistem kardiorespirasi dan kekuatan otot tungkai bawah pada mahasiswa kedokteran Universitas Udayana. Rancangan penelitian adalah *true experiment* dengan metode *pre-test* dan *post-test control group design*. Sebanyak 12 mahasiswa dipilih secara *purposive sampling* kemudian dibagi secara acak menjadi dua kelompok. Kelompok perlakuan melakukan latihan lompat tali sementara kelompok kontrol melakukan jalan santai. Sesi latihan dilakukan selama dua minggu dengan frekuensi latihan tiga kali seminggu. Kekuatan kardiorespirasi diukur dengan menggunakan kadar VO_2 maksimal dan denyut nadi sedangkan kekuatan otot tungkai bawah diukur dengan menggunakan selisih lompatan tertinggi. Analisis statistik menggunakan *paired t-test* dan *independent t-test*. Uji *paired t-test* kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan signifikan nilai denyut nadi dan VO_2 maksimal dengan $p < 0,05$ dan tidak signifikan pada nilai tinggi lompatan $p > 0,05$. Namun, uji *independent t-test* dengan kelompok kontrol tidak menunjukkan hasil signifikan pada nilai denyut nadi, VO_2 maksimal, dan tinggi lompatan dengan $p > 0,05$. Latihan lompat tali selama dua minggu meningkatkan kekuatan fungsi sistem kardiorespirasi tetapi tidak meningkatkan kekuatan otot tungkai bawah pada Mahasiswa Jenjang Sarjana Kedokteran Angkatan 2020 Universitas Udayana.

Kata Kunci: Lompat tali., denyut nadi., VO_2 maksimal., tinggi lompatan., kardiorespirasi

ABSTRACT

Jump rope was well-known as a traditional tool game among adolescence. Nevertheless, for adolescents it is still not known as one type of aerobic exercise that can easily be used. Regular jump rope exercise can improve our fitness and reduce the risk of chronic diseases. The objective of this research assessing the effects of a 2-week jump rope exercise on cardiorespiratory function strength and lower limb strength for medical students at Udayana University. This study is a true experimental with pre-test and post-test control group design. Twelve students were chosen purposively and randomly divided into treatment and control group. The treatment group was performed jump rope exercise while control group did jogging. Exercise sessions are conducted for 2 weeks with frequency three times a week. Cardiorespiratory function strength measuring by using VO_2 maximal level and heart rate whereas lower limb strength is measured using the difference highest jump. Statistical analyses were using paired t-tests and independent t-tests. Paired t-test convinces that the treatment group showed a significant difference in heart rate and VO_2 maximal level ($p < 0,05$) but no significance on the highest jump ($p > 0,05$). However, the independent t-test with control group not showing a significant difference on heart rate, VO_2 maximal level, and hight jumping ($p > 0,05$). Jump rope exercise for 2-week improve cardiorespiratory function strength but not on lower limb strength for Medical Students 2020 Undergraduate Program at Udayana University.

Keywords: Jump rope., heart rate., VO_2 maximal., height jumping., cardiorespiratory

PENDAHULUAN

Tingkat aktivitas fisik pada remaja dapat dikatakan masih sangat rendah. Sebanyak 80% remaja di seluruh dunia masih sangat jarang melakukan aktivitas fisik secara rutin. Persentase tersebut menggambarkan bahwa tingkat aktivitas fisik remaja masih jauh dibawah rekomendasi optimal yang dianjurkan oleh *World Health Organization (WHO)*.¹

Aktivitas fisik seseorang berhubungan erat dengan kondisi kebugaran jasmani. Semakin jarang seseorang melakukan aktivitas fisik semakin buruk kebugaran jasmani yang dimiliki. Kebugaran jasmani yang buruk akan meningkatkan risiko penyakit kardiometabolik.² Di sisi lain, aktivitas fisik yang rutin menjadi indikator penting dalam mendukung tingkat kemajuan kesehatan di suatu negara. Aktivitas fisik menjadi strategi efektif dalam mengontrol berat badan seseorang agar berada dalam rentang optimal sehingga diharapkan dapat menurunkan risiko penyakit kronis. Namun, sayangnya saat ini angka kejadian obesitas dan penyakit kardiometabolik masih cukup tinggi di kalangan remaja. Kejadian tersebut tidak bisa dipisahkan dengan munculnya berbagai penyakit kronis saat dewasa kini.³

Rendahnya partisipasi remaja dalam melakukan aktivitas fisik dipengaruhi oleh faktor gaya hidup yang bersifat *sedentary* seperti menonton televisi, bermain *game*, menggunakan komputer atau laptop, dan aktivitas lain yang cenderung menghabiskan waktu untuk duduk dan berbaring lebih lama. Perkembangan teknologi yang semakin canggih mendukung perilaku remaja untuk sedikit bergerak karena aksesibilitas internet menjadi mudah dijangkau oleh kalangan remaja. Faktor tersebut menjadi alasan bagi remaja untuk tidak memiliki waktu luang dalam melakukan aktivitas fisik.^{4,5}

Selain itu, faktor sosial ekonomi juga menjadi penghalang bagi remaja untuk memiliki akses dan prasarana olahraga yang sesuai dengan keinginan mereka karena kesulitan untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari. Rasa percaya diri yang rendah dalam mencoba jenis olahraga menyebabkan remaja menjadi takut untuk melakukannya karena di masa remaja seringkali rasa malu muncul ketika tidak bisa melakukan sesuatu hal dengan baik dibanding dengan teman sebaya mereka. Dukungan orang tua juga menjadi faktor yang berperan besar untuk memberikan kebebasan bagi remaja untuk melakukan berbagai aktivitas fisik di luar rumah yang ingin mereka lakukan. Di samping itu, adanya rasa tidak peduli terhadap kesehatan sendiri juga menjadi faktor internal yang menghalangi remaja untuk dapat mengubah gaya hidup yang buruk menjadi lebih baik.² Namun, jika dilihat dari tingkat partisipasi melakukan aktivitas fisik remaja putri cenderung lebih rendah dibandingkan pria. Hal ini dikarenakan masih terdapat diskriminasi gender yang membuat remaja putri menarik diri untuk beraktivitas fisik di luar rumah.⁶

Latihan lompat tali menjadi strategi efektif untuk menjawab permasalahan di atas karena lompat tali menjadi bagian dari olahraga aerobik sekaligus permainan tradisional yang sudah dikenal luas oleh masyarakat. Metode penggunaan yang mudah dan alat yang sederhana menjadi suatu alasan latihan lompat tali dikenal oleh berbagai rentang usia baik remaja maupun orang dewasa.

Tidak hanya populasi umum tetapi penyandang disabilitas dapat menggunakan lompat tali. Pada saat melakukan olahraga lompat tali, pengguna tidak bergantung terhadap lokasi, waktu, dan kondisi cuaca karena dapat dilakukan baik di dalam maupun di luar rumah sehingga lompat tali menjadi salah satu olahraga alternatif pada kelompok usia muda untuk dapat meningkatkan kualitas hidup.⁷ Aktivitas fisik secara rutin dapat memperbaiki kondisi kebugaran jasmani baik fungsi sistem kardiorespirasi maupun kekuatan otot tungkai bawah. Hal ini dikarenakan adanya peran utama dari sistem jantung, paru, dan otot untuk bekerja secara sinergis ketika beraktivitas fisik.⁸

Berdasarkan uraian di atas, melihat minat remaja putri dalam berolahraga lebih rendah dibanding pria sehingga berdampak negatif bagi kesehatan tubuh serta masih sedikit penelitian yang membahas mengenai manfaat lompat tali maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Latihan Lompat Tali Selama Dua Minggu Terhadap Kekuatan Fungsi Sistem Kardiorespirasi dan Kekuatan Otot Tungkai Bawah pada Mahasiswi Jenjang Sarjana Kedokteran Angkatan 2020 Universitas Udayana”.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana dengan keterangan kelaikan etik No: 978/UN14.2.2.VII.14/LT/2022. Rancangan penelitian ini adalah *true experiment* dengan metode penelitian *randomized pre-test* dan *post-test control group design*.

Penelitian ini mengikutsertakan 12 orang Mahasiswi Jenjang Sarjana Kedokteran Angkatan 2020 Universitas Udayana yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi penelitian antara lain: mahasiswi berusia 20 tahun, indeks massa tubuh normal (18,5-22,9 kg/m²), tidak memiliki keluhan persendian, tidak sedang mengalami atau dalam pengobatan penyakit (jantung, diabetes, kanker, psikiatri, dan sejenisnya), tidak merokok atau minum alkohol, dan subjek bersedia mengikuti penelitian selama 2 minggu. Kriteria eksklusi penelitian adalah subjek menolak berpartisipasi. Kriteria *drop-out* penelitian antara lain: subjek tidak hadir lebih dari 1 kali dan mengalami sakit atau cedera selama periode latihan.

Sampel dipilih dengan *purposive sampling* dan dibagi secara *simple random sampling* menjadi kelompok perlakuan dengan latihan lompat tali dan kontrol dengan jalan santai mengelilingi lapangan 2 putaran (2,5 kilometer). Informasi mengenai kondisi kesehatan dan aktivitas fisik subjek diperoleh melalui *Physical Activity Readiness-Questionnaire (PAR-Q)*. Berdasarkan rumus besar sampel dan mengantisipasi terjadinya *drop-out* maka peneliti menambahkan proporsi 10% pada tiap kelompok sehingga besar sampel menjadi 6 orang tiap kelompok.

Subjek penelitian sebelum melakukan latihan lompat tali diperintahkan untuk tidak makan berat dan minum kopi 2 jam sebelum sesi latihan dimulai. Subjek menggunakan pakaian bebas ringan, sepatu bertali, dan alat lompat tali dengan *counter* otomatis yang seragam. Latihan lompat tali dan jalan santai terdiri dari sesi pemanasan 5 menit, sesi latihan 30 menit, dan sesi pendinginan 5 menit. Gerakan pemanasan dan pendinginan meliputi, *stretching* dan jalan di tempat. Pengambilan data *pre-test* dilakukan dengan mengukur nilai denyut nadi, VO₂ maksimal, dan tinggi lompatan.

Parameter kekuatan kardiorespirasi menggunakan denyut jantung subjek penelitian setelah melakukan naik turun tangga atau bangku setinggi 30 cm (*YMCA 3-minute step test*) dengan metronome 96 ketukan/menit selama 3 menit. Kemudian, subjek diperintahkan untuk segera duduk selama 10 detik lalu menghitung nadi selama 1 menit yang akan dimasukkan ke dalam persamaan perhitungan VO_2 maksimal.

$$VO_2 \text{ maksimal wanita} = 70,597 - 0,185 \times (\text{Usia}) + 0,097 \times (\text{Tinggi}) - 0,246 \times (\text{Berat Badan}) - 0,122 \times (\text{Denyut Nadi})$$

Kekuatan otot tungkai bawah diukur dengan metode *sargent jump test*. Subjek penelitian berdiri tegak dengan posisi tubuh menghadap ke sebelah kanan dari dinding lalu subjek akan memegang kapur tulis berwarna *orange* menggunakan tangan kanan setelah itu lengan kanan subjek diangkat dan subjek diperintahkan untuk memberikan tanda garis pada dinding sebagai tinggi lompatan saat posisi berdiri. Setelah itu, subjek diperintahkan untuk menekuk lutut dan kedua tangan berada di samping badan agar bersiap-siap untuk mengayunkan ketika sudah ada aba-aba untuk melompat. Setelah diberikan aba-aba melompat, maka subjek akan diperintahkan kembali untuk memberi tanda garis menggunakan kapur berwarna *orange* sebagai tanda lompatan maksimal yang dicapai. Lalu, akan diukur selisih ketinggian lompatan dan ketinggian berdiri menggunakan penggaris kayu dengan panjang 100 sentimeter. Lompatan akan dilakukan sebanyak tiga kali dengan jeda 45 detik setiap lompatan dan nilai tertinggi akan dipergunakan sebagai data.

Setelah dilakukan pengambilan data *pre-test* subjek diminta melakukan sesi latihan lompat tali dengan jumlah dan durasi lompatan meningkat secara perlahan setiap minggu. Pada minggu pertama dapat mencapai target 60 lompatan/menit dan meningkat 90 lompatan/menit dalam minggu kedua.

1. Hari pertama: 20 set, 1 set selama 1 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.

2. Hari kedua: 15 set, 1 set selama 1,5 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.
3. Hari ketiga: 12 set, 1 set selama 2 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.
4. Hari keempat: 10 set, 1 set selama 2,5 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.
5. Hari kelima: 9 set, 1 set selama 3 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.
6. Hari keenam: 7 set, 1 set selama 4 menit, diikuti istirahat selama 30 detik.

Uji normalitas data dengan Saphiro-Wilk didapatkan hasil bahwa data *pre-test* dan *post-test* setiap kelompok berdistribusi normal. *Paired t-test* digunakan untuk uji beda hasil *pre-test* dan *post-test* kelompok perlakuan. *Independent t-test* digunakan untuk uji beda antar kelompok perlakuan dan kontrol. Analisis data menggunakan SPSS versi 26.0.

HASIL

Pelaksanaan penelitian berlokasi di Lapangan Niti Mandala Renon, Kota Denpasar dan mulai dilakukan pada bulan Juni 2022 selama 2 minggu. Sebanyak 12 orang mahasiswi telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Selama pelaksanaan penelitian tidak ada subjek yang mengalami *drop-out*. Seluruh data yang berdistribusi normal menggunakan *mean* sebagai ukuran pemusatan dan standar deviasi (SD) sebagai ukuran penyebaran. Distribusi karakteristik hasil data variabel numerik *pre-test* dan *post-test* tercantum seperti pada **Tabel 1.** berikut. Rerata *pre-test* denyut nadi, VO_2 maksimal, dan tinggi lompatan kelompok perlakuan adalah 113,00, 55,32, dan 24,66 sedangkan rerata *post-test* 100,00, 56,91, dan 28,75. Rerata *pre-test* denyut nadi, VO_2 maksimal, dan tinggi lompatan kelompok kontrol adalah 124,50, 54,64, dan 28,08 sedangkan rerata *post-test* 111,00, 56,41, dan 31,83.

Tabel 1. Distribusi karakteristik variabel numerik

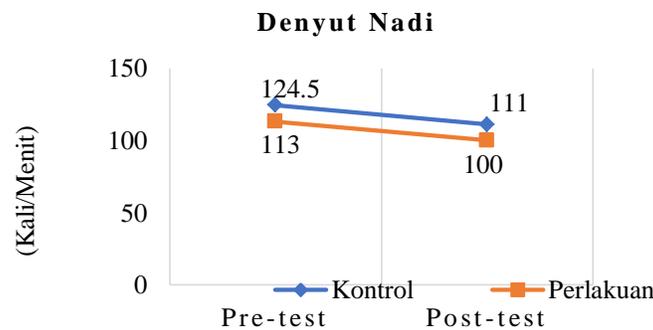
Variabel	Kelompok Perlakuan (Lompat Tali)	Kelompok Kontrol (Jalan Santai)
	Mean ± SD	Mean ± SD
<i>Pre-test</i>		
Denyut Nadi	113,00±13,43 ^{¶*}	124,50±15,98 ^{¶*}
VO_2 Maksimal	55,32±1,43 ^{¶*}	54,64±1,84 ^{¶*}
Tinggi Lompatan	24,66±6,52 [¥]	28,08±10,15 [¥]
<i>Post-test</i>		
Denyut Nadi	100,00±11,31 ^{¶*}	111,00±9,35 ^{¶*}
VO_2 Maksimal	56,91±1,21 ^{¶*}	56,41±1,26 ^{¶*}
Tinggi Lompatan	28,75±7,60 ^{¥□}	31,83±7,28 ^{¥□}

Keterangan *: signifikan, □: tidak signifikan, ¶: *paired-test*, ¥: *independent t-test*

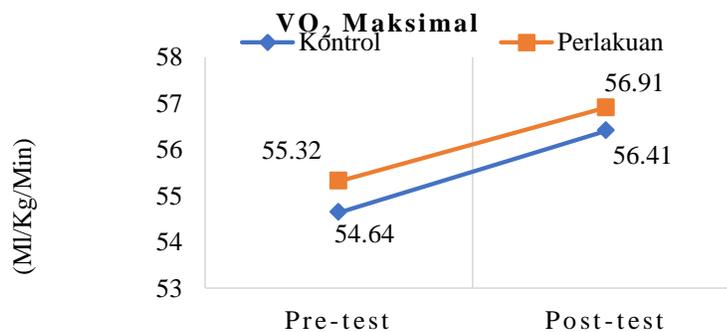
Tabel 2. Uji *paired t-test* pada kelompok perlakuan dan kontrol

Variabel	<i>Pre-test</i> (Mean ± SD)	<i>Post-test</i> (Mean ± SD)	Perbedaan Rerata± SD	Nilai <i>p</i>
Perlakuan				
Denyut Nadi	113,00±13,43	100,00±11,31	13,00±2,75	0,000
VO ₂ Maksimal	55,32±1,43	56,91±1,21	1,59±0,32	0,000
Tinggi Lompatan	24,66±6,52	28,75±7,60	4,08±6,71	0,196
Kontrol				
Denyut Nadi	124,50±15,98	111,00±9,35	13,50±8,11	0,010
VO ₂ Maksimal	54,64±1,84	56,41±1,26	1,76±0,99	0,007
Tinggi Lompatan	28,08±10,15	31,83±7,28	3,75±5,60	0,162

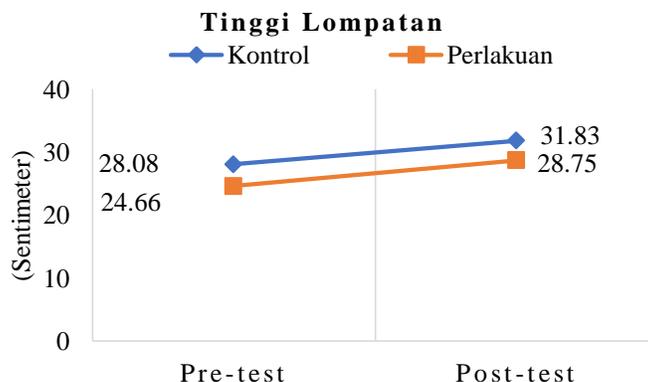
Berdasarkan **Tabel 2.** terdapat perbedaan rerata denyut nadi dan VO₂ maksimal secara signifikan *p* sebesar 0,000 ($p < 0,05$) baik sebelum maupun sesudah dua minggu latihan lompat tali dan jalan santai. Pada variabel tinggi lompatan di kedua kelompok didapatkan nilai *p* sebesar 0,196 ($p > 0,05$) dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rerata tinggi lompatan yang tidak signifikan sebelum dan sesudah dua minggu pemberian latihan lompat tali dan jalan santai. Rerata *pre-test* denyut nadi, VO₂ maksimal, dan tinggi lompatan kelompok perlakuan adalah 113,00, 55,32, dan 24,66 sedangkan rerata *post-test* adalah 100,00, 56,91, dan 28,75. Pada kelompok kontrol, rerata *pre-test* denyut nadi, VO₂ maksimal, dan tinggi lompatan adalah 124,50, 56,64, dan 28,08 sedangkan rerata *post-test* adalah 111,00, 56,41, dan 31,83. Oleh karena itu, dilihat dari hasil rerata *pre-test* dan *post-test* pada masing-masing kelompok baik perlakuan maupun kontrol terdapat peningkatan secara signifikan pada nilai denyut nadi dan VO₂ maksimal tetapi tidak pada nilai tinggi lompatan.



Gambar 1. Grafik perbandingan rerata *pre-test* dan *post-test* denyut nadi



Gambar 2. Grafik perbandingan rerata *pre-test* dan *post-test* VO₂ maksimal



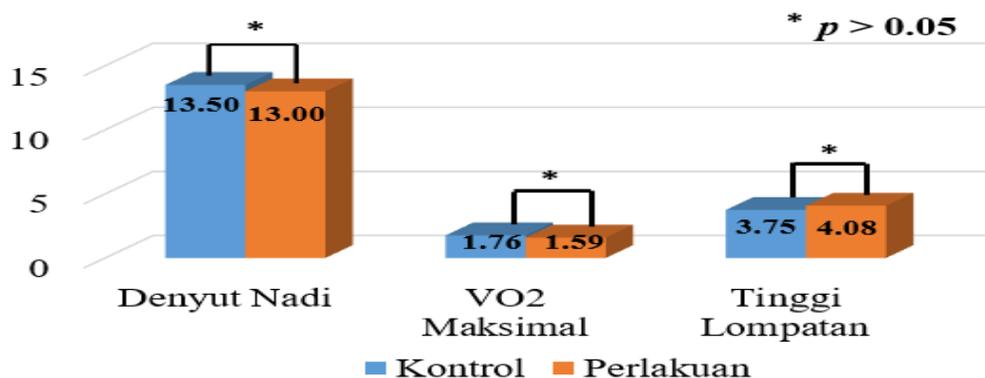
Gambar 3. Grafik perbandingan rerata *pre-test* dan *post-test* tinggi lompatan

Selanjutnya untuk mengetahui beda selisih setelah latihan lompat tali (kelompok perlakuan) dan jalan santai (kelompok kontrol) **Tabel 3.** di bawah ini terlihat bahwa nilai *p* denyut nadi sebesar 0,891, VO_2 maksimal 0,692, dan tinggi lompatan 0,927 ($p > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat

selama dua minggu dengan distribusi data yang normal dapat dipergunakan uji parametrik *independent t-test*. Pada perbedaan rerata nilai denyut nadi, VO_2 maksimal, dan tinggi lompatan yang tidak signifikan antara kelompok perlakuan dan kontrol.

Tabel 3. Uji beda selisih *pre-test* dan *post-test* antara kelompok perlakuan dan kontrol

Variabel	Kelompok Perlakuan (Mean±SD)	Kelompok Kontrol (Mean±SD)	Perbedaan Rerata	Nilai <i>p</i>
Denyut Nadi	13,00±2,75	13,50±8,11	0,50	0,891
VO_2 Maksimal	1,59±0,32	1,76±0,99	0,17	0,692
Tinggi Lompatan	4,08±6,71	3,75±5,60	0,33	0,927



Gambar 4. Histogram perbandingan beda selisih hasil *pre-test* dan *post-test* antara kelompok perlakuan dan kontrol

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data, bahwa latihan lompat tali selama dua minggu memberikan peningkatan perbedaan

rerata *pre-test* dan *post-test* secara signifikan terhadap nilai denyut nadi dan VO_2 maksimal namun tidak pada nilai tinggi lompatan. Berbeda dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh (Seo, 2017) bahwa latihan lompat tali

selama empat minggu pada perempuan berusia 20 tahun dengan berat badan berlebih secara signifikan mampu meningkatkan kapasitas vital paru.⁹ Studi yang dilakukan oleh (Chen, 2022) terhadap 15 mahasiswa didapatkan hasil signifikan bahwa latihan lompat tali selama delapan minggu dengan pola pergerakan kaki bervariasi dimulai dari kedua kaki kemudian satu kaki secara bergantian dapat memperbaiki kecepatan tinggi lompatan jarak jauh.¹⁰

Denyut nadi pemulihan atau dikenal dengan *heart rate recovery* (HRR) adalah penurunan kecepatan denyut nadi sesaat setelah selesai berolahraga. HRR menjadi hal penting untuk melihat apakah seseorang memiliki kekuatan fungsi sistem kardiovaskular yang baik karena semakin cepat denyut nadi kembali menuju kondisi istirahat maka semakin baik kebugaran orang tersebut. Hal tersebut dikaitkan dengan peran dari sistem saraf parasimpatis dalam menekan efek berlebih dari sistem saraf simpatis yang dapat mencetuskan kejadian iskemia. Selain itu, kecepatan pemulihan denyut nadi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, kapasitas aerobik, intensitas olahraga, dan perubahan hormonal.¹¹ Studi sebelumnya menyatakan bahwa jika HRR segera diukur 10 detik dibandingkan satu menit setelah selesai berolahraga lebih baik digunakan untuk memprediksi mortalitas terkait penyakit jantung.^{12,13}

Studi terdahulu yang mengamati kondisi kapasitas aerobik dan HRR pada perempuan pelari maraton yang berusia 30-40 tahun memberikan hasil bahwa lari maraton dapat meningkatkan kapasitas aerobik dan mempercepat penurunan denyut nadi pemulihan dibandingkan kelompok kontrol.¹⁴ Sejalan dengan hasil penelitian ini, terjadinya peningkatan VO_2 maksimal pada hasil *pre-test* dan *post-test* masing-masing kelompok salah satunya dipengaruhi oleh kecepatan penurunan denyut nadi pemulihan setelah mengikuti latihan lompat tali dan jalan santai. Selain penurunan denyut nadi, peningkatan VO_2 maksimal juga dipengaruhi oleh usia, berat badan, tinggi badan, *body fat*, dan genetik.¹⁵

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa denyut nadi dapat digunakan untuk memperkirakan nilai VO_2 maksimal karena memiliki korelasi yang sangat erat. Terdapat korelasi negatif antara peningkatan VO_2 maksimal dan penurunan *resting heart rate* (RHR). Korelasi tersebut menandakan olahraga aerobik secara rutin akan membuat perubahan adaptasi bagi otot jantung salah satunya hipertrofi otot jantung. Perubahan tersebut saat kondisi istirahat akan menyebabkan stroke volume bertambah dan RHR menurun sehingga curah jantung meningkat dan turut berpengaruh terhadap peningkatan nilai VO_2 maksimal.^{16,17}

Sesaat setelah berolahraga banyak proses fisiologis tubuh yang terlibat dalam hal melakukan adaptasi. Selain terjadi hipertrofi otot, sistem jantung juga akan mengalami penurunan resistensi vaskular atau vasodilatasi sehingga *afterload* akan menurun. Hal tersebut akan membuat aliran darah balik ke jantung meningkat hingga curah jantung juga meningkat. Baik curah jantung maupun aliran darah akan mempengaruhi kerja otot secara maksimal terhadap pemakaian dan penyerapan oksigen.^{18,19}

Pada penelitian ini, adanya peningkatan nilai denyut nadi dan VO_2 maksimal terjadi karena latihan lompat tali secara perlahan memberikan perubahan fisiologis bagi fungsi sistem kardiorespirasi. Proses pertukaran gas di dalam paru-paru menjadi

lebih efektif untuk menyalurkan oksigen ke dalam alveolus kemudian produk sisa berupa karbondioksida dapat di keluarkan lebih cepat ke dalam aliran darah agar oksigen dapat digunakan oleh mitokondria untuk menghasilkan ATP pada otot rangka. Mekanisme tersebut akan membuat kerja fungsi sistem jantung dan paru menjadi lebih efektif.²⁰ Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada kebugaran kardiovaskular antara kelompok perlakuan dan kontrol setelah melakukan olahraga arerobik berupa lari dan lompat tali selama enam minggu.²¹

Hasil uji beda selisih pengukuran *jump-test* antara kelompok perlakuan dan kontrol menunjukkan adanya peningkatan namun tidak bermakna secara signifikan. Berbeda dengan hasil penelitian lompat tali yang dilakukan kepada 60 siswi sekolah selama 12 minggu dengan waktu latihan 45 menit sebanyak tiga kali seminggu bahwa lompat tali dengan metode *freestyle jump* (subjek lebih leluasa mengubah gerakan ayunan dan lompatan biasanya diiringi dengan musik, tarian, dan sebagainya) efektif meningkatkan kekuatan otot untuk lompatan tinggi dibandingkan metode lompat tali biasa (fokus dengan jumlah lompatan dalam waktu yang terbatas). Latihan lompat tali dengan pola pergerakan kaki satu tungkai secara bergantian berpengaruh besar terhadap kekuatan otot tungkai pada atlet. Pola pergerakan kaki menjadi faktor penting dalam kekuatan otot tungkai bawah.²²

Olahraga aerobik jika dibandingkan dengan *resistance training* sering dianggap tidak terlalu memberikan pengaruh terhadap massa otot. Namun, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa selama enam bulan melakukan jalan santai atau berlari sebanyak lima kali dalam seminggu berefek 9% meningkatkan massa otot paha. Maka dari itu, untuk mendapatkan manfaat dari olahraga aerobik terhadap massa otot sangat bergantung dari intensitas yang berkisar 70-90% HRR, durasi latihan selama 30-45 menit, dan frekuensi selama seminggu 4-5 kali.²³

Otot *gastrocnemius* berperan besar untuk menghasilkan tinggi lompatan yang diinginkan seperti melakukan plantar fleksi saat lutut ekstensi agar tubuh dalam posisi stabil. Pada penelitian ini, hasil perbedaan rerata *pre-test* dan *post-test* antara kelompok perlakuan dan kontrol tidak bermakna kemungkinan adanya keterlibatan dari otot soleus. Faktor-faktor yang juga turut berkontribusi terhadap kekuatan tinggi lompatan antara lain berat badan, tinggi badan, usia, kekuatan dan kekakuan otot kaki. Faktor tersebut berpengaruh terhadap hasil beda selisih tinggi lompatan *pre-test* dan *post-test* antara kelompok perlakuan dan kontrol. Selain itu, frekuensi latihan juga harus ditingkatkan memberikan perubahan secara progresif menjadi minimal lima kali seminggu agar secara perlahan dapat menambah kekuatan otot tungkai bawah.^{24,25}

Menjalankan aktivitas keseharian yang bersifat padat umumnya dipengaruhi oleh otot-otot besar tungkai bawah. Melakukan olahraga rutin yang fokus pergerakan melatih fungsi otot tungkai bawah akan mengurangi munculnya rasa kelelahan pada bagian otot. Penurunan massa otot akibat jarang melakukan olahraga menjadi pintu masuk berbagai penyakit metabolik kedepannya seperti penyerapan glukosa akan terganggu. Selain massa otot berkurang, kapasitas aerobik juga turut menurun.²⁶

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini antara lain: teknik pengukuran tinggi lompatan masih belum spesifik untuk dapat merepresentasikan kekuatan otot tungkai bawah. Subjek penelitian yang terbatas pada perempuan berusia 20 tahun

sehingga jumlah sampel masih terbatas, waktu pelaksanaan penelitian masih dihitung cukup singkat dalam dua minggu, target jumlah lompatan dalam setiap menit yang perlu dievaluasi kembali, pola lompatan dengan menggunakan kedua kaki, dan faktor-faktor aktivitas fisik subjek penelitian di luar waktu pengambilan data.

SIMPULAN DAN SARAN

Latihan lompat tali selama dua minggu dapat meningkatkan kekuatan fungsi sistem kardiorespirasi tetapi tidak meningkatkan kekuatan otot tungkai bawah. Hal tersebut dibuktikan dari hasil perbedaan rerata *paired t-test* kelompok perlakuan yang bermakna pada nilai denyut nadi dan VO_2 maksimal tetapi tidak signifikan pada nilai tinggi lompatan. Namun, hasil tersebut tidak lebih baik bila dibandingkan dengan kelompok kontrol dengan pemberian olahraga jalan santai. Hasil uji *independent t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tidak signifikan pada nilai denyut nadi, VO_2 maksimal, dan tinggi lompatan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat membandingkan kekuatan kardiorespirasi dan kekuatan otot tungkai bawah antar jenis kelamin dalam kelompok perlakuan sehingga populasi menjadi lebih luas serta jumlah sampel lebih besar. Metode pengukuran kekuatan otot tungkai bawah perlu lebih dioptimalkan agar memberikan hasil yang sesuai. Waktu pelaksanaan latihan lompat tali dapat diperpanjang agar hasil pengukuran baik sebelum maupun sesudah latihan terlihat perubahan yang lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Sluijs, E.M.F.V., Ekelund, U., Chrochemore-Silva, I., Guthold, R., Ha, A., Lubans, D., Oyeyemi, A.L., Ding, D., and Katzmarzyk, P.T. Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. *Lancet*. 2021;398(10298): 429-442. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01259-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01259-9)
- Charlton, R., Gravenor, M.B., Rees, A., Knox, G., Hill, R., Rahman, M.A., Jones, K., Christian, D., Baker, J.S., Stratton, G., and Brophy, S. Factors associated with low fitness in adolescents - A mixed methods study. *BMC Public Health*. 2014;14 (1): 1-10. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-764>
- Hu, D., Zhou, S., Crowley-McHattan, Z.J., and Liu, Z. Factors that influence participation in physical activity in school-aged children and adolescents: a systematic review from the social ecological model perspective. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021;18:3147. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063147>
- Dias, P. J. P., Domingos, I.P., Ferreira, M.G., Muraro, A.P., Sichiari, R., and Gonçalves Silva, R.M.V. Prevalence and factors associated with sedentary behavior in adolescents. *Revista de Saude Publica*. 2014;48 (2): 266-274. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2014048004635>
- Wu, X. Y., Han, L. H., Zhang, J. H., Luo, S., Hu, J.W., and Sun, K. The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLoS ONE*. 2017;12 (11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187668>
- Borhani, M., Sadeghi, R., Shojaeizadeh, D., Harandi, T.F., and Vakili, M.A. Teenage girls experience of the determinants of physical activity promotion: A theory-based qualitative content analysis. *Electronic Physician*. 2017;9 (8): 5075-5082. <https://doi.org/10.19082/5075>
- Chen, C.C, and Lin, Y.C. Jumping rope intervention on health-related physical fitness in students with intellectual impairment. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*. 2012;8 (1): 56-62
- Masanovic, B., Gardasevic, J., Marques, A., Peralta, M., Demetriou, Y., Sturm, D.J., and Popovic, S. Trends in physical fitness among school-aged children and adolescents: a systematic review. *Front. Pediatr*. 2020;8: 1-11. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.627529>
- Seo, K. The effects of dance music jump rope exercise on pulmonary function and body mass index after music jump rope exercise in overweight adults in 20's. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017;29 (8): 1348-1351. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1348>
- Chen, C. F., and Wu, H. J. The effect of an 8-week rope skipping intervention on standing long jump performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19: 1-7
- Goldberger, J. J. Le F. K., Lahiri, M., Kannankeril, P. J., Ng, J., and Kadish, A. H. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*. 2006;290(6): 2446-2452. doi: 10.1152/ajpheart.01118.2005
- Vegete, Y. J. V. D., Harst, P. V. D., and Verweij, N. Heart rate recovery 10 seconds after cessation of exercise predicts death. *Journal of the American Heart Association*. 2018;7(8). doi: 10.1161/JAHA.117.008341
- Pepera, G. and Panagiota, Z. Comparison of heart rate response and heart rate recovery after step test among smoker and non-smoker athletes. *African Health Sciences*. 2021;21(1): 105-111. doi: 10.4314/ahsv21i1.15
- Bandsode, N. V. and Joshi, A. Relation between heart rate recovery, level of fatigue, and VO_2 max in swimmers - An Observational Study. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2022;12(6): 174-181. doi: 10.52403/ijhsr.20220623
- Kind, S., Brighenti-Zogg, S., Mundwiler, J., Schüpbach, U., Leuppi, J.D., Miedinger, D., and Dieterle, T. Factors associated with cardiorespiratory fitness in a swiss working population. *Journal of Sports Medicine*. 2019;1-8. doi: 10.1155/2019/5317961

16. Habibi, E., Dehghan, H., Moghiseh, M., and Hasanzadeh, A. Study of the relationship between the aerobic capacity (VO₂ max) and the rating of perceived exertion based on the measurement of heart beat in the metal industries Esfahan., *Journal of education and health promotion*. 2014;3: 55. doi: 10.4103/2277-9531.134751
17. Gupta R, Chaudhuri A, Gupta R K, Bansod N. Effects of exercise training on correlation of VO₂ max and anthropometric parameters, physical fitness index in young adult Indian males. *Saudi J Sports Med*. 2015; 15:153-9
18. Romero, S.A., Minson, C.T., and Halliwill J.R. The cardiovascular system after exercise. *J Appl Physiol*. 2017; 22(4): 925-932
19. Montero, D. The association of cardiorespiratory fitness with endothelial or smooth muscle vasodilator function. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2015; 22(9): 1200–1211. doi: 10.1177/2047487314553780
20. Umapathi, K.K., and Nguyen, H. Cardiopulmonary fitness. *StatPearls Publishing*. 2022; 1-11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560729/>
21. Ghorbani, F., Heidarimoghadam, R., Karami, M., Fathi, K., Minasian, V., and Bahram, M. The effect of six-week aerobic training program on cardiovascular fitness, body composition and mental health among female students. *Journal of Research in Health Sciences*. 2014;14 (4): 264–267
22. Silviana, R., and Jamaludin. Latihan lompat tali satu tungkai bergantian dengan satu tungkai berturut-turut dapat meningkatkan power otot tungkai atlet tarung derajat pringgaya tahun 2020. *Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang*. 2015; 3: 103–111
23. Konopka, A. R. and Harber, M. P. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2014;42(2): 53–61. doi: 10.1249/JES.0000000000000007
24. Woods, M. A., Watsford, M. L., Cavanagh, B. P., and Pruyn, E. C. Factors affecting jump performance in professional Australian rules footballers. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015; 55(10): 1114-21. Epub 2015 Jul 1. PMID: 26129913
25. Nurhayati, T., Mohanan, S. and Prananta, M. S. Comparison of gastrocnemius muscle strength between basketballs and non-basketball player. *Althea Medical Journal*. 2019;6(4): 192–195. doi: 10.15850/amjv6n4.1724
26. Wu, R., Zhang, Y., Bai, J. J., Sun, J., Bao, Z. J., and Wang, Z. Impact of lower limb muscle strength on walking function beyond aging and diabetes. *Journal of International Medical Research*. 2020; 48(6): 1-9. doi: 10.1177/0300060520928826

