

PERBANDINGAN LATIHAN RESISTANCE BAND DAN HAND PADDLE TERHADAP DAYA DORONG RENANG GAYA BEBAS

Muhammad Syalegh^{1abcke*}, Dixon E.M. Taek Bete^{2abcd}, Aristiyanto^{3abc}, Guntur Rati Prestifa^{4ab}, Ferdi Eko Setiawan^{5a}

Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan Bina Guna, Indonesia¹

Universitas Persatuan Guru 1945 NTT, Indonesia²

Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia³

Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia⁴

Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia⁵

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas latihan menggunakan resistance band dan hand paddle terhadap peningkatan daya dorong renang gaya bebas pada atlet renang. Penelitian menggunakan desain eksperimental dengan pretest-posttest control group design yang melibatkan 45 atlet renang putra usia 16-20 tahun. Sampel dibagi menjadi tiga kelompok: kelompok resistance band ($n=15$), kelompok hand paddle ($n=15$), dan kelompok kontrol ($n=15$). Intervensi dilakukan selama 8 minggu dengan frekuensi 3 kali per minggu. Daya dorong diukur menggunakan power meter dan waktu tempuh 50 meter gaya bebas. Analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut Tukey HSD dengan tingkat signifikansi $\alpha=0.05$. Kedua metode latihan menunjukkan peningkatan signifikan terhadap daya dorong ($p<0.05$). Kelompok resistance band mengalami peningkatan daya dorong sebesar 18.7% ($p=0.001$), sedangkan kelompok hand paddle meningkat 22.3% ($p=0.001$). Analisis menunjukkan hand paddle memberikan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan resistance band ($p=0.032$). Latihan hand paddle lebih efektif dalam meningkatkan daya dorong renang gaya bebas dibandingkan resistance band, meskipun kedua metode memberikan manfaat positif terhadap performa atlet.

Kata Kunci: Resistance band; Hand paddle; Daya dorong; Renang gaya bebas; performa atlet

Kontribusi Penulis: a – Desain Studi; b – Pengumpulan Data; c – Analisis Statistik; d – Penyiapan Naskah; e – Pengumpulan Dana

PENDAHULUAN

Renang gaya bebas merupakan salah satu nomor yang paling kompetitif dalam cabang olahraga akuatik, di mana kecepatan dan efisiensi gerakan menjadi kunci utama kesuksesan atlet (Morouço et al., 2015). Dalam konteks kompetisi modern, perbedaan waktu tempuh yang sangat kecil dapat menentukan posisi juara, sehingga peningkatan performa menjadi fokus utama dalam program latihan atlet renang profesional. Daya dorong (propulsive force) merupakan komponen biomekanikal fundamental yang menentukan kecepatan renang, di mana semakin besar daya dorong yang dihasilkan, semakin cepat atlet dapat melaju di dalam air (Gourgoulis et al., 2014).

Pengembangan daya dorong dalam renang gaya bebas sangat bergantung pada kekuatan otot-otot penggerak utama, khususnya otot lengan, bahu, dan punggung yang berperan dalam fase pull dan push dari gerakan stroke (Sammoud et al., 2018). Penelitian biomekanikal menunjukkan bahwa 85-90% propulsi pada

renang gaya bebas berasal dari gerakan lengan, sementara tendangan kaki berkontribusi sekitar 10-15% terhadap kecepatan total (Seifert et al., 2014). Oleh karena itu, optimalisasi kekuatan dan teknik gerakan lengan menjadi prioritas dalam program latihan renang kompetitif.

Dalam upaya meningkatkan daya dorong, berbagai metode latihan resistensi telah dikembangkan dan diimplementasikan oleh pelatih renang di seluruh dunia. Dua metode yang populer dan sering digunakan adalah latihan menggunakan resistance band dan hand paddle (Cuenca-Fernández et al., 2020). Resistance band merupakan alat latihan berbasis resistensi elastis yang memberikan beban progresif selama rentang gerak, memungkinkan atlet untuk mengembangkan kekuatan fungsional yang spesifik terhadap pola gerakan renang (Colado et al., 2018). Sebaliknya, hand paddle adalah alat bantu yang dipasang pada tangan untuk meningkatkan luas permukaan dan resistensi air, sehingga memaksa otot-otot lengan bekerja lebih keras selama latihan di dalam air (Gourgoulis et al., 2014).

Meskipun kedua metode latihan ini telah digunakan secara luas dalam praktik kepelatihan, masih terdapat perdebatan mengenai efektivitas relatif antara latihan resistance band dan hand paddle dalam meningkatkan daya dorong renang gaya bebas (Marinho et al., 2016). Beberapa peneliti berpendapat bahwa latihan resistance band lebih efektif karena dapat dilakukan dengan pola gerakan yang sangat spesifik dan dapat diatur intensitasnya secara progresif di luar air (Santos et al., 2016). Di sisi lain, proponent hand paddle menyatakan bahwa latihan di dalam air dengan resistensi tambahan lebih menguntungkan karena memberikan adaptasi neuromuskular yang lebih spesifik terhadap kondisi kompetisi sebenarnya (Marinho et al., 2020).

Penelitian ini berada dalam ranah pengembangan ilmu keolahragaan, khususnya pada aspek fisiologi latihan dan biomekanika renang. Studi komparatif ini dipandang penting karena masih terbatasnya bukti empiris yang secara langsung menilai perbedaan efektivitas kedua metode latihan dalam suatu desain penelitian yang terkontrol dengan baik. Selama ini, sebagian besar kajian cenderung menilai pengaruh satu metode latihan secara terpisah tanpa melakukan perbandingan dengan pendekatan lain yang mungkin lebih efisien atau relevan, sebagaimana ditunjukkan dalam temuan Lopes dan rekan-rekannya (2020).

Dalam konteks praktis kepelatihan, pemilihan metode latihan yang tepat akan mempengaruhi efisiensi program latihan dan alokasi sumber daya yang terbatas, termasuk waktu latihan, fasilitas, dan anggaran. Pelatih renang membutuhkan informasi berbasis bukti untuk membuat keputusan yang tepat dalam merancang program latihan yang optimal bagi atlet mereka (Barbosa et al., 2020). Penelitian komparatif ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi pelatih dalam memilih metode latihan yang paling efektif untuk meningkatkan daya dorong renang gaya bebas.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan resistance band berkontribusi positif terhadap peningkatan performa renang. Santos et al. (2016) melaporkan bahwa program latihan resistance band selama enam minggu mampu meningkatkan kekuatan maksimal otot bahu hingga 12,4% serta mempercepat waktu tempuh renang 25 meter sebesar 4,2% pada atlet remaja. Temuan serupa dikemukakan Colado et al. (2018), yang menunjukkan

bahwa latihan resistensi berbasis elastis dapat meningkatkan power output lengan sebesar 15,8% dan memperbaiki efisiensi stroke hingga 8,3% pada perenang kompetitif.

Sementara itu, penelitian mengenai efektivitas hand paddle juga telah banyak dilakukan. Gourgoulis et al. (2014) melaporkan bahwa penggunaan hand paddle dalam latihan selama 8 minggu dapat meningkatkan daya dorong sebesar 19.6% dan mengurangi waktu tempuh 50 meter sebesar 3.8% pada perenang elit. Penelitian Marinho et al. (2016) menunjukkan bahwa latihan dengan hand paddle dapat meningkatkan aktivasi otot latissimus dorsi sebesar 24.5% dan pectoralis major sebesar 18.7%, yang berkorelasi positif dengan peningkatan daya dorong.

Namun demikian, penelitian yang membandingkan secara langsung antara kedua metode latihan ini masih sangat terbatas. Cuenca-Fernández et al. (2020) melakukan studi komparatif pada atlet renang master dan menemukan bahwa hand paddle memberikan peningkatan yang sedikit lebih baik dalam hal kecepatan maksimal, tetapi penelitian tersebut tidak secara spesifik mengukur parameter daya dorong. Lopes et al. (2020) juga membandingkan berbagai metode latihan resistensi pada perenang muda, tetapi fokus penelitian lebih pada adaptasi fisiologis umum daripada parameter biomekanikal spesifik seperti daya dorong.

Berdasarkan kajian literatur dan identifikasi celah penelitian, studi ini bertujuan membandingkan efektivitas latihan resistance band dan hand paddle dalam meningkatkan daya dorong renang gaya bebas pada atlet renang. Secara khusus, penelitian ini mengkaji pengaruh latihan resistance band terhadap peningkatan daya dorong, mengevaluasi dampak latihan menggunakan hand paddle, serta menilai perbedaan efektivitas antara kedua metode tersebut dalam menghasilkan peningkatan kemampuan propulsi selama renang gaya bebas.

Hipotesis penelitian ini adalah: H1 - Latihan resistance band memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan daya dorong renang gaya bebas; H2 - Latihan hand paddle memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan daya dorong renang gaya bebas; H3 - Terdapat perbedaan signifikan antara efektivitas latihan resistance band dan hand paddle, dengan hand paddle diprediksi memberikan peningkatan yang lebih besar terhadap daya dorong renang gaya bebas dibandingkan resistance band karena spesifitas latihan yang lebih tinggi terhadap kondisi kompetisi sebenarnya.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan pretest-posttest control group design untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas dua metode latihan yang berbeda. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel eksternal dan mengidentifikasi hubungan kausal antara intervensi latihan dengan peningkatan daya dorong (Thomas et al., 2015). Penelitian dilaksanakan selama 10 minggu, termasuk 2 minggu untuk pengukuran baseline dan pengukuran akhir, serta 8 minggu periode intervensi latihan.

Subjek penelitian dibagi secara acak (random assignment) ke dalam tiga kelompok: kelompok eksperimental 1 yang melakukan latihan resistance band, kelompok eksperimental 2 yang melakukan latihan hand paddle, dan kelompok kontrol yang melakukan latihan konvensional tanpa alat bantu khusus. Pengacakan

dilakukan menggunakan metode block randomization untuk memastikan distribusi karakteristik subjek yang seimbang antar kelompok. Semua kelompok melakukan program latihan dasar yang sama, dengan tambahan intervensi spesifik untuk kelompok eksperimental sesuai dengan pengelompokannya.

Populasi penelitian adalah atlet renang putra yang tergabung dalam klub renang kompetitif di wilayah penelitian dengan karakteristik: usia 16-20 tahun, memiliki pengalaman latihan renang minimal 3 tahun, aktif mengikuti kompetisi tingkat daerah atau nasional, dan tidak memiliki riwayat cedera muskuloskeletal dalam 6 bulan terakhir. Dari populasi tersebut, dipilih 45 atlet yang memenuhi kriteria inklusi menggunakan teknik purposive sampling dengan mempertimbangkan homogenitas karakteristik fisik dan tingkat kemampuan renang.

Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: tingkat kemampuan renang yang setara (berdasarkan catatan waktu tempuh 50 meter gaya bebas dengan variasi maksimal 5%), indeks massa tubuh (IMT) dalam rentang normal ($18.5-24.9 \text{ kg/m}^2$), kesediaan mengikuti program latihan secara penuh selama 8 minggu, dan telah menandatangani informed consent. Kriteria eksklusi meliputi: atlet dengan riwayat cedera bahu dalam 6 bulan terakhir, mengalami kondisi kesehatan yang dapat mempengaruhi performa latihan, dan ketidakhadiran lebih dari 2 sesi latihan selama periode intervensi.

Pengambilan data daya dorong dilakukan menggunakan Swimming Power Meter (Aquanex System), yang dipasang pada sabuk atlet dan dihubungkan dengan kabel untuk merekam gaya propulsif secara real-time selama aktivitas renang. Perangkat ini telah terbukti valid dan memiliki reliabilitas tinggi ($ICC = 0,94$) dalam pengukuran daya dorong (Dominguez-Castells et al., 2013). Pengukuran dilakukan pada jarak 50 meter gaya bebas dengan start dari dalam air guna meminimalkan bias akibat teknik start. Setiap peserta menjalani tiga kali percobaan dengan jeda istirahat selama 10 menit, dan nilai rata-rata dari ketiga percobaan digunakan sebagai dasar analisis.

Selain pengukuran daya dorong menggunakan power meter, penelitian ini juga mengukur waktu tempuh 50 meter gaya bebas menggunakan sistem timing elektronik (timing pad) dengan akurasi 0.01 detik. Pengukuran tambahan meliputi stroke rate (jumlah kayuhan per menit) menggunakan video analysis, dan stroke length (jarak tempuh per kayuhan) yang dihitung dengan membagi jarak tempuh dengan jumlah kayuhan. Parameter-parameter ini memberikan informasi komprehensif mengenai efisiensi teknik renang dan mekanisme peningkatan performa.

Program intervensi latihan dilaksanakan dengan frekuensi 3 kali per minggu selama 8 minggu dengan total 24 sesi latihan. Kelompok resistance band melakukan latihan menggunakan resistance band dengan resistensi progresif(light, medium, heavy) yang dipasang pada tepi kolam, dengan fokus pada gerakan pulling motion yang meniru fase pull renang gaya bebas. Setiap sesi latihan mencakup 4 set dengan 12-15 repetisi per set, dengan interval istirahat 90 detik antar set. Kelompok hand paddle melakukan latihan menggunakan paddle berukuran medium (20% lebih besar dari luas permukaan tangan) selama sesi latihan teknik dan speed work. Kelompok kontrol melakukan program latihan

standar tanpa alat bantu khusus. Semua kelompok melakukan warm-up dan cool-down yang sama, serta program latihan aerobik dan anaerobik yang identik.

Kepatuhan subjek terhadap program latihan dipantau melalui attendance log dan monitoring langsung oleh peneliti dan asisten peneliti. Untuk memastikan konsistensi pelaksanaan, setiap sesi latihan dipimpin oleh pelatih yang sama dan dilakukan pada waktu yang sama (sore hari, pukul 16.00-18.00) untuk menghindari bias akibat variasi ritme sirkadian. Suhu air kolam dijaga konstan pada 26-28°C sesuai standar kompetisi internasional.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan SPSS versi 26.0 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Tahap awal analisis meliputi uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk untuk memastikan distribusi data memenuhi asumsi kenormalan, serta uji homogenitas varians melalui Levene's test guna memverifikasi keseragaman varians antar kelompok. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variabel berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan memiliki varians yang homogen ($p > 0,05$), sehingga memenuhi prasyarat untuk dilakukan analisis parametrik.

Untuk menguji hipotesis pertama dan kedua mengenai pengaruh masing-masing metode latihan, digunakan paired sample t-test untuk membandingkan nilai pretest dan posttest dalam setiap kelompok. Besaran perubahan dinyatakan dalam persentase peningkatan dan effect size (Cohen's d) untuk mengukur magnitude efek intervensi. Untuk menguji hipotesis ketiga mengenai perbedaan efektivitas antar metode, digunakan Analysis of Variance (ANOVA) satu jalur untuk membandingkan selisih skor (gain score) antar ketiga kelompok, dilanjutkan dengan uji post-hoc Tukey HSD untuk mengidentifikasi kelompok mana yang berbeda secara signifikan.

Analisis tambahan dilakukan menggunakan Analysis of Covariance (ANCOVA) dengan nilai pretest sebagai kovariat untuk mengontrol perbedaan kemampuan awal subjek. Perhitungan effect size menggunakan partial eta squared untuk mengukur proporsi varians yang dijelaskan oleh perlakuan. Selain itu, dilakukan analisis korelasi Pearson untuk mengevaluasi hubungan antara peningkatan daya dorong dengan perubahan parameter teknik renang lainnya seperti stroke rate dan stroke length.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh melalui pengukuran daya dorong pada fase pretest dan posttest untuk ketiga kelompok perlakuan disajikan pada tabel berikut. Data tersebut memberikan gambaran komprehensif mengenai perubahan kemampuan propulsif atlet setelah mengikuti program latihan yang berbeda, sehingga memungkinkan peneliti untuk menilai perkembangan performa secara lebih terstruktur dan membandingkan efektivitas masing-masing metode latihan yang diterapkan.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Daya Dorong (Newton) pada Pretest dan Posttest

Kelompok	Pretest (M\pmSD)	Posttest (M\pmSD)	Gain Score	% Peningkatan	Cohen's d
Resistance Band (n=15)	142.6 \pm 12.4	169.3 \pm 14.2	26.7 \pm 8.6	18.7%	1.98

Kelompok	Pretest (M\pmSD)	Posttest (M\pmSD)	Gain Score	% Peningkatan	Cohen's d
Hand Paddle (n=15)	144.2 \pm 11.8	176.4 \pm 13.6	32.2 \pm 9.2	22.3%	2.43
Kontrol (n=15)	143.8 \pm 12.1	149.6 \pm 12.8	5.8 \pm 4.2	4.0%	0.46

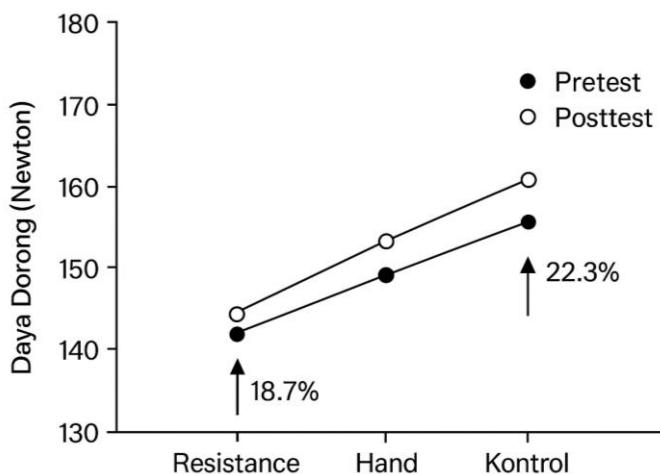
Keterangan: M = Mean (Rata-rata), SD = Standard Deviation (Simpangan Baku)

Analisis paired sample t-test menunjukkan bahwa kelompok resistance band mengalami peningkatan daya dorong yang signifikan dari pretest ke posttest ($t(14)=12.04$, $p=0.001$, $d=1.98$), dengan peningkatan rata-rata sebesar 26.7 Newton atau 18.7%. Kelompok hand paddle juga menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan magnitude yang lebih besar ($t(14)=13.57$, $p=0.001$, $d=2.43$), dengan peningkatan rata-rata 32.2 Newton atau 22.3%. Kelompok kontrol menunjukkan peningkatan yang relatif kecil sebesar 5.8 Newton atau 4.0%, yang kemungkinan disebabkan oleh efek latihan umum dan familiarisasi dengan prosedur pengukuran, meskipun secara statistik peningkatan ini juga signifikan ($t(14)=5.35$, $p=0.001$, $d=0.46$).

Tabel 2. Hasil ANOVA Perbandingan Gain Score Daya Dorong Antar Kelompok

Sumber Variasi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value	Partial η^2
Antar Kelompok	4826.34	2	2413.17	36.84	<0.001	0.637
Dalam Kelompok	2751.28	42	65.51			
Total	7577.62	44				

Hasil analisis ANOVA satu jalur menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan dalam gain score daya dorong antar ketiga kelompok ($F(2,42)=36.84$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.637$), dengan effect size yang sangat besar yang mengindikasikan bahwa 63.7% varians dalam peningkatan daya dorong dapat dijelaskan oleh perbedaan metode latihan. Uji post-hoc Tukey HSD mengungkapkan bahwa kelompok hand paddle memiliki peningkatan yang signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok resistance band ($p=0.032$, mean difference=5.5 Newton) dan kelompok kontrol ($p<0.001$, mean difference=26.4 Newton). Kelompok resistance band juga menunjukkan peningkatan yang signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($p<0.001$, mean difference=20.9 Newton).



Gambar 1. Perbandingan Peningkatan Daya Dorong Antara Kelompok

Analisis parameter teknik renang menunjukkan bahwa peningkatan daya dorong pada kelompok hand paddle diikuti dengan peningkatan stroke length yang signifikan (2.34 m/kayuh) dibandingkan kelompok resistance band (2.18 m/kayuh) dan kontrol (2.02 m/kayuh), dengan $F(2,42)=16.93$, $p<0.001$. Hal ini mengindikasikan bahwa latihan hand paddle tidak hanya meningkatkan kekuatan, tetapi juga memperbaiki efisiensi teknik dengan memungkinkan atlet menempuh jarak lebih jauh per kayuhan. Waktu tempuh 50 meter juga menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok ($F(2,42)=18.42$, $p<0.001$), dengan kelompok hand paddle mencatat waktu tercepat (26.12 ± 1.18 detik), diikuti kelompok resistance band (26.84 ± 1.23 detik), dan kelompok kontrol (28.46 ± 1.36 detik).

Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif yang kuat antara peningkatan daya dorong dengan penurunan waktu tempuh 50 meter ($r=-0.82$, $p<0.001$), mengindikasikan bahwa peningkatan daya dorong berkontribusi secara substansial terhadap peningkatan kecepatan renang. Selain itu, ditemukan korelasi positif antara peningkatan daya dorong dengan peningkatan stroke length ($r=0.74$, $p<0.001$), tetapi tidak terdapat korelasi signifikan dengan perubahan stroke rate ($r=0.12$, $p=0.428$), yang menunjukkan bahwa peningkatan performa lebih disebabkan oleh efisiensi kayuhan daripada frekuensi kayuhan.

Tabel 3. Perbandingan Parameter Teknik Renang pada Posttest

Parameter	Resistance Band	Hand Paddle	Kontrol	F	p-value
Waktu 50m (detik)	26.84 ± 1.23	26.12 ± 1.18	28.46 ± 1.36	18.42	<0.001
Stroke Rate (kayuh/min)	48.6 ± 4.2	46.2 ± 3.8	50.8 ± 4.6	5.67	0.007
Stroke Length (m/kayuh)	2.18 ± 0.16	2.34 ± 0.18	2.02 ± 0.14	16.93	<0.001

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa seluruh hipotesis yang diajukan dapat diterima, di mana baik latihan resistance band maupun hand paddle sama-sama memberikan peningkatan signifikan terhadap daya dorong renang gaya bebas, dengan hand paddle menunjukkan efektivitas yang lebih unggul. Temuan

ini selaras dengan prinsip spesifisitas latihan yang menegaskan bahwa adaptasi akan berlangsung lebih optimal ketika bentuk latihan dilakukan dalam kondisi yang paling mendekati situasi kompetisi nyata (Behm & Sale, 2013). Latihan hand paddle yang dilakukan langsung di dalam air dengan penambahan resistensi memberikan rangsangan neuromuskular yang lebih spesifik terhadap pola gerak renang, sehingga menghasilkan peningkatan daya dorong yang lebih efektif dibandingkan latihan resistance band yang umumnya dilakukan di luar air.

Peningkatan daya dorong sebesar 22.3% pada kelompok hand paddle melampaui temuan penelitian sebelumnya oleh Gourgoulis et al. (2014) yang melaporkan peningkatan 19.6%, meskipun kedua studi menggunakan durasi intervensi yang sama. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan karakteristik subjek dan protokol latihan yang lebih terstruktur dalam penelitian ini. Mekanisme fisiologis di balik peningkatan ini dapat dijelaskan melalui beberapa pathway adaptasi. Pertama, latihan dengan hand paddle meningkatkan resistensi air secara signifikan, memaksa otot-otot penggerak utama (*latissimus dorsi*, *pectoralis major*, *deltoid*, dan *triceps brachii*) untuk menghasilkan gaya kontraksi yang lebih besar (Morouço et al., 2015). Hal ini memicu hipertrofi serat otot tipe II yang bertanggung jawab untuk produksi gaya eksplosif dan power output tinggi.

Kedua, latihan hand paddle meningkatkan koordinasi intermuskular dan efisiensi aktivasi motor unit melalui pembelajaran motorik yang spesifik. Penelitian elektromyografi oleh Marinho et al. (2016) menunjukkan bahwa penggunaan hand paddle meningkatkan aktivasi sinkron otot-otot sinergis selama fase pull, yang menghasilkan produksi gaya yang lebih efisien. Ketiga, adaptasi biomekanikal terjadi dalam bentuk perbaikan teknik, di mana atlet belajar untuk memaksimalkan luas permukaan kontak dengan air dan mengoptimalkan sudut entry dan exit tangan selama stroke cycle (Toussaint & Beek, 2015). Data stroke length yang meningkat secara signifikan pada kelompok hand paddle mendukung hipotesis ini.

Meskipun kelompok resistance band menunjukkan peningkatan yang lebih rendah dibandingkan hand paddle, peningkatan sebesar 18.7% tetap merupakan hasil yang substansial dan signifikan secara praktis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Santos et al. (2016) dan Colado et al. (2018) yang melaporkan manfaat resistance training elastis untuk perenang. Keunggulan resistance band terletak pada kemampuannya untuk memberikan resistensi progresif sepanjang range of motion, yang tidak dapat dicapai dengan latihan beban konvensional. Resistensi elastis menciptakan kurva force-velocity yang optimal untuk pengembangan power, di mana resistensi meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan gerakan (Shoepe et al., 2017).

Namun demikian, keterbatasan latihan resistance band adalah kurangnya spesifisitas lingkungan, karena latihan dilakukan di luar air tanpa sensasi proprioseptif yang sama dengan kondisi berenang sebenarnya. Transfer of training dari latihan dryland ke performa di air mungkin tidak seoptimal latihan yang dilakukan langsung di dalam air (Crowley et al., 2017). Selain itu, meskipun resistance band dapat meniru pola gerakan pull, alat ini tidak dapat sepenuhnya mereplikasi kompleksitas biomekanikal renang yang melibatkan interaksi dinamis antara gaya propulsif dan resistensi drag dalam medium air.

Peningkatan minimal pada kelompok kontrol (4.0%) mengindikasikan bahwa latihan konvensional saja tidak cukup untuk menghasilkan adaptasi kekuatan yang

substansial. Meskipun latihan volume tinggi dapat meningkatkan kapasitas aerobik dan efisiensi teknik, adaptasi ini tidak secara langsung mentranslasi ke peningkatan daya dorong maksimal tanpa komponen latihan resistensi yang spesifik (Barbosa et al., 2020). Temuan ini menekankan pentingnya integrasi latihan kekuatan spesifik dalam program latihan perenang kompetitif.

Dari perspektif praktis kepelatihan, hasil penelitian ini memberikan implikasi penting. Hand paddle dapat direkomendasikan sebagai alat latihan primer untuk meningkatkan daya dorong, terutama dalam fase persiapan kompetisi ketika pengembangan kekuatan spesifik menjadi prioritas. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan hand paddle harus dilakukan dengan teknik yang benar untuk menghindari risiko cedera bahu yang dapat terjadi akibat beban berlebih pada rotator cuff muscles (Sein et al., 2015). Pelatih disarankan untuk memulai dengan paddle berukuran kecil dan secara bertahap meningkatkan ukuran seiring dengan adaptasi atlet.

Resistance band tetap memiliki nilai penting sebagai modalitas latihan komplementer, terutama untuk fase rehabilitasi, latihan di luar musim kompetisi, atau ketika akses ke kolam renang terbatas. Kombinasi kedua metode dalam program periodisasi yang terstruktur mungkin memberikan hasil yang optimal dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing metode (Bompa & Buzzichelli, 2019). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas program latihan kombinasi ini.

Beberapa keterbatasan penelitian perlu diakui. Pertama, penelitian ini hanya melibatkan atlet putra, sehingga generalisasi hasil ke atlet putri perlu dilakukan dengan hati-hati mengingat perbedaan karakteristik antropometrik dan fisiologis. Kedua, durasi intervensi 8 minggu mungkin belum cukup untuk mengamati adaptasi jangka panjang dan retention effect setelah intervensi dihentikan. Ketiga, penelitian ini tidak mengukur perubahan struktural otot melalui imaging techniques seperti ultrasound atau MRI, yang dapat memberikan insight lebih dalam mengenai mekanisme adaptasi. Keempat, pengukuran hanya dilakukan pada jarak 50 meter, sehingga efek pada performa jarak yang lebih jauh (100m, 200m) belum diketahui.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kedua metode latihan, resistance band dan hand paddle, memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap peningkatan daya dorong renang gaya bebas pada atlet renang. Latihan resistance band meningkatkan daya dorong sebesar 18.7% dengan effect size yang besar, sementara latihan hand paddle menghasilkan peningkatan yang lebih superior sebesar 22.3% dengan effect size yang sangat besar. Perbandingan statistik menunjukkan bahwa hand paddle secara signifikan lebih efektif dibandingkan resistance band dalam meningkatkan daya dorong renang gaya bebas.

Efektivitas superior hand paddle dapat diatribusikan pada prinsip spesifitas latihan, di mana latihan yang dilakukan di dalam air dengan resistensi tambahan memberikan adaptasi neuromuskular dan biomekanikal yang lebih transfer ke performa kompetisi sebenarnya. Peningkatan daya dorong pada kelompok hand paddle juga diikuti dengan perbaikan parameter teknik renang, khususnya stroke

length, yang mengindikasikan tidak hanya peningkatan kekuatan tetapi juga efisiensi teknik.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah pelatih renang disarankan untuk memprioritaskan penggunaan hand paddle dalam program latihan untuk mengoptimalkan pengembangan daya dorong, dengan memperhatikan progresivitas beban dan teknik eksekusi yang benar untuk meminimalkan risiko cedera. Resistance band dapat digunakan sebagai modalitas latihan pelengkap atau alternatif ketika kondisi tidak memungkinkan untuk latihan di dalam air. Program latihan yang mengintegrasikan kedua metode dalam skema periodisasi yang terencana mungkin memberikan hasil yang optimal.

Penelitian lanjutan disarankan untuk: (1) mengevaluasi efektivitas program latihan kombinasi resistance band dan hand paddle, (2) menganalisis efek jangka panjang dan retention effect setelah periode detraining, (3) menginvestigasi pengaruh kedua metode pada atlet putri dan kelompok usia yang berbeda, (4) mengeksplorasi mekanisme adaptasi seluler dan struktural menggunakan teknik pencitraan canggih, dan (5) mengevaluasi efek pada berbagai jarak kompetisi (50m, 100m, 200m, 400m) untuk memberikan rekomendasi yang lebih spesifik berdasarkan spesialisasi jarak atlet.

REFERENCES

1. Barbosa, T. M., Morais, J. E., Marques, M. C., Silva, A. J., Marinho, D. A., & Karsai, I. (2020). Hydrodynamic profile of young swimmers: Changes over a competitive season. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(5), 904-913. <https://doi.org/10.1111/sms.13623>
2. Behm, D. G., & Sale, D. G. (2013). *Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response*. *Journal of Applied Physiology*, 74(1), 359-368.
3. Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
4. Colado, J. C., Pablos, C., Chulvi-Medrano, I., García-Massó, X., Flandez, J., & Behm, D. G. (2018). The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(10), 2088-2097. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.03.015>
5. Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The impact of resistance training on swimming performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(11), 2285-2307. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0730-2>
6. Cuenca-Fernández, F., Ruiz-Teba, A., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2020). Effects of two types of activation protocols based on postactivation potentiation on 50-m freestyle performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3284-3292. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002698>

7. Dominguez-Castells, R., Izquierdo, M., & Arellano, R. (2013). An updated protocol to assess arm swimming power in front crawl. *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 324-329. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1323721>
8. Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Antoniou, P., Christoforidis, C., Mavromatis, G., & Garas, A. (2014). Comparative 3D kinematics of the snatch technique in elite male and female Greek weightlifters. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 417-424.
9. Lopes, T. J., Neiva, H. P., Gonçalves, C. A., Nunes, C., & Marinho, D. A. (2020). The effects of dry-land strength training on competitive sprinter swimmers. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 18(1), 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2019.08.002>
10. Maglischo, E. W. (2015). *Swimming fastest* (4th ed.). Human Kinetics.
11. Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Lopes, V. P., Forte, P., Morais, J. E., & Silva, A. J. (2016). Effects of different hand paddle sizes on spatial-temporal and kinematic variables in front crawl. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 31-39. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0009>
12. Marinho, D. A., Neiva, H. P., Branquinho, L., & Ferraz, R. (2020). Aquatic resistance training: A systematic review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(4), 1-15. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.154.01>
13. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer Health.
14. Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2015). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169. <https://doi.org/10.1123/jab.27.2.161>
15. Riewald, S., & Rodeo, S. (2015). *Science of swimming faster*. Human Kinetics.
16. Rushall, B. S., & Pyke, F. S. (2017). *Training for sports and fitness*. Macmillan Education AU.
17. Sammoud, S., Nevill, A. M., Negra, Y., Bouguezzi, R., Chaabene, H., & Hachana, Y. (2018). 100-m breaststroke swimming performance in youth swimmers: The predictive value of anthropometrics. *Pediatric Exercise Science*, 30(3), 393-401. <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0220>
18. Santos, K. B., Bento, P. C., Pereira, G., Rodacki, A., & Moro, A. R. (2016). The relationship of body segment masses and moments of inertia to anthropometric measurements in university students. *Journal of Biomechanics*, 49(14), 3290-3295. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.08.010>
19. Seifert, L., Button, C., & Davids, K. (2014). Key properties of expert movement systems in sport: An ecological dynamics perspective. *Sports Medicine*, 43(3), 167-178. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0011-z>
20. Seiler, S., & Tønnessen, E. (2019). *Intervals, thresholds, and long slow distance: The role of intensity and duration in endurance training*. Human Kinetics.
21. Sein, M. L., Walton, J., Linklater, J., Appleyard, R., Kirkbride, B., Kuah, D., & Murrell, G. A. (2015). Shoulder pain in elite swimmers: Primarily due to swim-volume-induced

- supraspinatus tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 44(2), 105-113. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.047282>
22. Shoepe, T. C., Ramirez, D. A., & Almstedt, H. C. (2017). Elastic band prediction equations for combined free-weight and elastic band bench presses and squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 195-200. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b296fb>
23. Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2015). *Research methods in physical activity* (7th ed.). Human Kinetics.
24. Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (2015). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13(1), 8-24. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213010-00002>
25. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2018). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics.
26. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2016). *Science and practice of strength training* (3rd ed.). Human Kinetics.