

## PERBANDINGAN METODE LATIHAN PERIODISASI LINEAR DAN NON-LINEAR PADA PERFORMA RENANG GAYA BEBAS

M.Rezeky<sup>a</sup>, Muhammad Syaleh<sup>b</sup>

Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan Bina Guna, [rezekym669@gmail.com](mailto:rezekym669@gmail.com)

Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan Bina Guna, [msyaleh3@gmail.com](mailto:msyaleh3@gmail.com)

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima: 1 Mei 2025

Direvisi: 5 Mei 2025

Disetujui: 10 Mei 2025

#### Keywords:

*periodisasi linear, periodisasi non-linear, renang gaya bebas, performa atletik*

### Abstrak

Periodisasi latihan merupakan aspek fundamental dalam pengembangan performa atletik, khususnya dalam olahraga renang. Metode periodisasi linear dan non-linear memiliki karakteristik berbeda dalam mengatur intensitas dan volume latihan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode latihan periodisasi linear dan non-linear terhadap peningkatan performa renang gaya bebas pada atlet remaja. Penelitian eksperimen dengan desain randomized controlled trial melibatkan 30 atlet renang gaya bebas berusia 16-18 tahun. Subjek dibagi menjadi dua kelompok: kelompok periodisasi linear (n=15) dan kelompok periodisasi non-linear (n=15). Program latihan dilaksanakan selama 12 minggu dengan frekuensi 5 kali per minggu. Parameter yang diukur meliputi waktu tempuh 50m dan 100m gaya bebas, VO<sub>2</sub>max, dan kekuatan otot. Kelompok periodisasi non-linear menunjukkan peningkatan signifikan pada waktu tempuh 50m (7,8% vs 5,2%, p<0,05) dan 100m (6,9% vs 4,7%, p<0,05) dibandingkan kelompok periodisasi linear. VO<sub>2</sub>max meningkat 12,3% pada kelompok non-linear dan 8,9% pada kelompok linear (p<0,05). Metode periodisasi non-linear lebih efektif dalam meningkatkan performa renang gaya bebas dibandingkan periodisasi linear, terutama dalam aspek kecepatan dan daya tahan aerobik.

### Abstract

Training periodization is a fundamental aspect in athletic performance development, particularly in swimming sports. Linear and non-linear periodization methods have different characteristics in regulating training intensity and volume. This study aims to compare the effectiveness of linear and non-linear periodization training methods on improving freestyle swimming performance in adolescent athletes. An experimental study with randomized controlled trial design involving 30 freestyle swimming athletes aged 16-18 years. Subjects were divided into two groups: linear periodization group (n=15) and non-linear periodization group (n=15). The training program was conducted for 12 weeks with a frequency of 5 times per week. Parameters measured included 50m and 100m freestyle time, VO<sub>2</sub>max, and muscle strength. The non-linear periodization group showed significant improvement in 50m (7.8% vs 5.2%, p<0.05) and 100m (6.9% vs 4.7%, p<0.05) time compared to the linear periodization group. VO<sub>2</sub>max increased by 12.3% in the non-linear group and 8.9% in the linear group (p<0.05). Non-linear periodization method is more effective in improving freestyle swimming performance compared to linear periodization, especially in speed and aerobic endurance aspects.

Alamat korespondensi:

Jl. Perintis Kemerdekaan III, No 40, Kota Baru, Kupang

E-mail: [Jss45@gmail.com](mailto:Jss45@gmail.com)

p-ISSN: 2623-1646

e-ISSN: 2986-4038

## PENDAHULUAN

Renang merupakan salah satu cabang olahraga yang memerlukan kombinasi kompleks antara teknik, kekuatan, daya tahan, dan kecepatan. Dalam upaya mencapai performa optimal, perencanaan program latihan yang sistematis dan terstruktur menjadi kunci utama keberhasilan atlet. Periodisasi latihan telah terbukti sebagai metode yang efektif dalam mengoptimalkan adaptasi fisiologis dan mencegah overtraining pada atlet. Konsep periodisasi latihan pertama kali diperkenalkan oleh Matveyev pada tahun 1960-an, yang kemudian berkembang menjadi berbagai model periodisasi. Dua model utama yang banyak digunakan dalam dunia olahraga adalah periodisasi linear dan non-linear. Model periodisasi linear mengikuti pola peningkatan intensitas yang bertahap dengan penurunan volume secara simultan, sedangkan model non-linear melibatkan variasi intensitas dan volume yang berubah-ubah dalam periode waktu yang lebih singkat.

Dalam konteks renang gaya bebas, pemilihan metode periodisasi yang tepat sangat penting mengingat kompleksitas gerakan dan tuntutan energi yang tinggi. Gaya bebas memerlukan koordinasi yang baik antara gerakan lengan, kaki, dan pernapasan, serta membutuhkan kombinasi sistem energi aerobik dan anaerobik yang optimal. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang beragam mengenai efektivitas kedua metode periodisasi ini. Beberapa studi menunjukkan superioritas periodisasi non-linear dalam meningkatkan kekuatan dan power, sementara studi lain melaporkan efektivitas yang setara atau bahkan lebih baik dari periodisasi linear dalam mengembangkan daya tahan aerobik.

Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan perlunya kajian lebih lanjut, khususnya dalam konteks olahraga renang yang memiliki karakteristik unik. Selain itu, mayoritas penelitian sebelumnya dilakukan pada populasi dewasa, sehingga diperlukan penelitian pada populasi atlet remaja yang memiliki karakteristik fisiologis dan psikologis yang berbeda. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode latihan periodisasi linear dan non-linear terhadap peningkatan performa renang gaya bebas pada atlet remaja. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pelatih renang dalam merancang program latihan yang optimal.

Periodisasi latihan didefinisikan sebagai perencanaan sistematis program latihan yang melibatkan variasi progresif dalam volume, intensitas, dan spesifisitas latihan untuk mencapai performa puncak pada waktu yang diinginkan (Bompa & Haff, 2019). Konsep ini didasarkan pada prinsip adaptasi tubuh terhadap stressor latihan dan kebutuhan untuk mencegah stagnasi atau overtraining. Teori adaptasi umum (General Adaptation Syndrome) yang dikemukakan oleh Selye menjadi landasan teoretis periodisasi latihan. Menurut teori ini, tubuh merespons stressor dalam tiga fase: alarm, resistensi, dan kelelahan. Periodisasi latihan dirancang untuk memaksimalkan fase resistensi sambil menghindari fase kelelahan yang berlebihan.

Periodisasi linear, juga dikenal sebagai periodisasi klasik atau tradisional, mengikuti pola peningkatan intensitas yang bertahap dengan penurunan volume secara simultan sepanjang siklus latihan. Model ini terdiri dari beberapa fase: persiapan umum, persiapan khusus, kompetisi, dan transisi (Issurin, 2020). Fase persiapan umum ditandai dengan volume tinggi dan intensitas rendah, bertujuan membangun dasar kebugaran dan adaptasi struktural. Fase persiapan khusus mengurangi volume sambil meningkatkan intensitas dan spesifisitas latihan. Fase kompetisi mengoptimalkan performa dengan intensitas tinggi dan volume minimal, sedangkan fase transisi memungkinkan pemulihan aktif. Keunggulan periodisasi linear meliputi kesederhanaan implementasi, progresivitas yang jelas, dan efektivitas dalam mengembangkan kapasitas aerobik. Namun, kritik terhadap model ini mencakup kurangnya variasi yang dapat menyebabkan kebosanan dan adaptasi yang berlebihan.

Periodisasi non-linear, atau undulating periodization, melibatkan variasi intensitas dan volume yang berubah dalam periode waktu yang lebih singkat, seperti harian atau mingguan. Model ini dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan periodisasi linear dengan

memberikan stimulasi yang lebih beragam (Rhea & Alderman, 2021). Terdapat dua jenis utama periodisasi non-linear: daily undulating periodization (DUP) dan weekly undulating periodization (WUP). DUP mengubah intensitas dan volume setiap hari, sedangkan WUP melakukan variasi mingguan. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan simultan berbagai kualitas fisik dan mencegah adaptasi berlebihan. Keunggulan periodisasi non-linear meliputi variasi yang tinggi, fleksibilitas dalam penyesuaian program, dan potensi peningkatan yang lebih besar dalam berbagai parameter kebugaran. Namun, kompleksitas implementasi dan kebutuhan monitoring yang intensif menjadi tantangan dalam penerapannya.

Renang gaya bebas merupakan gaya renang tercepat yang memerlukan koordinasi kompleks antara gerakan propulsif lengan dan kaki. Gerakan ini melibatkan kontraksi otot-otot besar tubuh bagian atas, khususnya latissimus dorsi, pectoralis major, dan deltoid, serta otot-otot stabilisator core dan kaki. Sistem energi yang terlibat dalam renang gaya bebas bervariasi tergantung pada jarak dan durasi. Jarak sprint (50-100m) didominasi oleh sistem anaerobik alaktik dan laktik, sedangkan jarak menengah dan jauh lebih bergantung pada sistem aerobik. Pemahaman profil energi ini penting dalam merancang program latihan yang spesifik.  $VO_{2max}$  merupakan indikator penting kapasitas aerobik perenang dan berkorelasi kuat dengan performa jarak menengah dan jauh. Nilai  $VO_{2max}$  perenang elit umumnya berkisar antara 55-70 ml/kg/menit, dengan variasi berdasarkan spesialisasi jarak dan jenis kelamin.

Poliquin et al. (2018) membandingkan periodisasi linear dan non-linear pada 24 perenang kompetitif selama 16 minggu. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada kelompok non-linear dalam parameter kecepatan 50m (8,2% vs 5,7%) dan power output (11,3% vs 7,8%). Namun, penelitian ini terbatas pada perenang dewasa dan tidak mengukur parameter daya tahan jangka panjang. Hartmann et al. (2019) melakukan studi pada 36 atlet renang remaja dengan desain crossover selama 20 minggu. Kedua metode menunjukkan peningkatan signifikan, namun periodisasi non-linear lebih efektif dalam meningkatkan  $VO_{2max}$  (13,4% vs 9,1%) dan mengurangi marker inflamasi. Penelitian ini mendukung superioritas periodisasi non-linear namun menggunakan durasi yang lebih panjang. Sebaliknya, Kiely & Pickering (2020) melaporkan hasil yang berbeda pada studi meta-analisis yang melibatkan 15 penelitian. Mereka menemukan bahwa periodisasi linear lebih efektif untuk pengembangan daya tahan aerobik jangka panjang, sementara periodisasi non-linear unggul dalam peningkatan kekuatan dan power. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh variasi dalam populasi, durasi, dan parameter yang diukur. Zhang et al. (2021) melakukan penelitian khusus pada perenang gaya bebas dengan menggunakan analisis biomekanik tambahan. Hasil menunjukkan bahwa periodisasi non-linear tidak hanya meningkatkan performa tetapi juga efisiensi teknik renang, yang tercermin dari pengurangan drag coefficient dan peningkatan stroke rate optimal.

Berdasarkan tinjauan literatur, penelitian ini menggunakan kerangka teoretis yang menggabungkan prinsip adaptasi fisiologis, spesifisitas latihan, dan variabilitas stimulus. Hipotesis penelitian adalah bahwa periodisasi non-linear akan menghasilkan peningkatan performa yang lebih besar dibandingkan periodisasi linear karena variasi stimulus yang lebih tinggi dan adaptasi yang lebih komprehensif.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan randomized controlled trial (RCT) untuk membandingkan efektivitas dua metode periodisasi latihan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan pre-test dan post-test design dengan kelompok kontrol paralel. Populasi penelitian adalah atlet renang gaya bebas remaja yang tergabung dalam klub renang di wilayah Sumatera Utara. Sampel penelitian berjumlah 30 orang yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria inklusi: (1) usia 16-18 tahun,

(2) memiliki pengalaman kompetisi minimal 2 tahun, (3) tidak memiliki riwayat cedera serius dalam 6 bulan terakhir, (4) bersedia mengikuti program latihan selama 12 minggu, dan (5) memiliki personal best 50m gaya bebas antara 25-30 detik.

Kriteria eksklusi meliputi: (1) sedang mengikuti program latihan periodisasi terstruktur lainnya, (2) mengonsumsi suplemen atau obat yang dapat mempengaruhi performa, (3) memiliki kondisi medis yang kontraindikasi dengan latihan intensif, dan (4) tingkat kehadiran latihan kurang dari 85%. Perhitungan besar sampel dilakukan menggunakan rumus uji beda dua rata-rata dengan power 80%, tingkat signifikansi 5%, dan effect size 0,8. Hasil perhitungan menunjukkan minimal 13 subjek per kelompok, namun untuk mengantisipasi dropout, digunakan 15 subjek per kelompok.

Subjek penelitian dibagi secara acak menjadi dua kelompok menggunakan metode block randomization dengan ukuran blok 4. Randomisasi dilakukan oleh peneliti independen yang tidak terlibat dalam pelaksanaan intervensi. Kelompok pertama (n=15) mendapat intervensi periodisasi linear, sedangkan kelompok kedua (n=15) mendapat intervensi periodisasi non-linear.

Program latihan periodisasi linear dibagi menjadi empat fase selama 12 minggu: 1). Minggu 1-3: Fase persiapan umum (volume tinggi, intensitas 60-70% HR max). 2). Minggu 4-6: Fase persiapan khusus awal (volume sedang, intensitas 70-80% HR max). 3). Minggu 7-9: Fase persiapan khusus lanjut (volume sedang-rendah, intensitas 80-90% HR max) 4). Minggu 10-12: Fase kompetisi (volume rendah, intensitas 90-95% HR max)

Program latihan periodisasi non-linear menggunakan variasi harian dengan tiga jenis sesi: 1). Sesi Power: intensitas tinggi (90-95% HR max), volume rendah. 2). Sesi Strength: intensitas sedang-tinggi (80-85% HR max), volume sedang. 3). Sesi Endurance: intensitas sedang (70-75% HR max), volume tinggi

Ketiga jenis sesi dirotasi sepanjang minggu dengan pola: Power-Endurance-Strength-Power-Endurance.

Pengukuran waktu tempuh dilakukan untuk jarak 50m dan 100m gaya bebas menggunakan sistem timing elektronik dengan akurasi 0,01 detik. Pengukuran dilakukan di kolam renang 50m dengan kondisi air yang terkontrol (suhu 26-28°C). Setiap subjek melakukan dua kali percobaan dengan interval istirahat 10 menit, dan waktu terbaik yang digunakan untuk analisis.

Pengukuran VO<sub>2</sub>max dilakukan menggunakan protokol incremental test dengan ergometer khusus renang (swim flume). Protokol dimulai dengan intensitas ringan dan ditingkatkan setiap 3 menit hingga exhaustion. Konsumsi oksigen diukur menggunakan gas analyzer portable dengan sampling breath-by-breath.

Pengukuran kekuatan otot dilakukan menggunakan dynamometer isokinetik untuk mengukur peak torque dan average power otot-otot utama yang terlibat dalam renang gaya bebas, meliputi shoulder internal/external rotation, elbow flexion/extension, dan hip flexion/extension. Pengukuran komposisi tubuh dilakukan menggunakan bioelectrical impedance analysis (BIA) untuk mengetahui persentase lemak tubuh, massa otot, dan total body water.

Pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap: pre-test (minggu 0), mid-test (minggu 6), dan post-test (minggu 12). Setiap sesi pengukuran dilakukan pada waktu yang sama (pagi hari, 08.00-10.00) untuk menghindari pengaruh ritme sirkadian. Subjek diminta berpuasa minimal 3 jam sebelum pengukuran dan menghindari latihan berat 24 jam sebelumnya.

Protokol pengukuran distandarisasi dengan urutan: (1) pengukuran antropometri dan komposisi tubuh, (2) warm-up standar 15 menit, (3) pengukuran waktu tempuh renang, (4) istirahat 30 menit, (5) tes VO<sub>2</sub>max, (6) istirahat 60 menit, (7) pengukuran kekuatan otot.

Untuk memastikan kualitas data, dilakukan beberapa langkah kontrol: (1) kalibrasi peralatan sebelum setiap pengukuran, (2) blind assessment oleh pengukur yang tidak mengetahui

alokasi kelompok, (3) duplikasi pengukuran untuk 10% sampel secara acak, (4) monitoring kehadiran dan intensitas latihan menggunakan heart rate monitor, dan (5) pencatatan faktor konfounding seperti pola makan, waktu tidur, dan aktivitas di luar latihan.

Data dianalisis menggunakan software SPSS versi 25.0. Statistik deskriptif dilakukan untuk menggambarkan karakteristik subjek dan variabel penelitian. Uji normalitas data menggunakan Shapiro-Wilk test, sedangkan homogenitas varians diuji menggunakan Levene's test. Perbandingan karakteristik baseline antar kelompok menggunakan independent t-test untuk data kontinu dan chi-square test untuk data kategorikal. Analisis utama menggunakan mixed-design ANOVA (2x3) untuk menguji efek interaksi antara kelompok (periodisasi linear vs non-linear) dan waktu (pre, mid, post-test).

Post-hoc analysis dilakukan menggunakan Bonferroni correction untuk multiple comparisons. Effect size dihitung menggunakan Cohen's d untuk mengetahui magnitude perbedaan antar kelompok. Tingkat signifikansi ditetapkan pada  $p < 0,05$  untuk semua analisis. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Universitas dengan nomor 125/UN37/SEC/EC/2023. Semua subjek dan orang tua/wali (untuk subjek di bawah 18 tahun) telah memberikan informed consent tertulis setelah mendapat penjelasan lengkap mengenai tujuan, prosedur, risiko, dan manfaat penelitian. Subjek berhak mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Karakteristik subjek penelitian ditampilkan pada Tabel 1. Dari 30 subjek yang direkrut, tidak ada yang mengalami dropout selama periode penelitian, sehingga analisis dilakukan pada seluruh subjek ( $n=30$ ). Tingkat kehadiran latihan mencapai  $96,2 \pm 2,8\%$  pada kelompok periodisasi linear dan  $95,8 \pm 3,1\%$  pada kelompok periodisasi non-linear ( $p > 0,05$ ). Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Baseline Subjek Penelitian

Variabel	Periodisasi Linear (n=15)	Periodisasi Non-Linear (n=15)	p-value
Usia (tahun)	16,8±0,9	17,1±0,8	0,342
Tinggi badan (cm)	168,4±6,2	169,8±5,9	0,513
Berat badan (kg)	58,7±7,1	60,2±6,8	0,559
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	20,7±1,8	20,9±1,6	0,742
Lemak tubuh (%)	12,3±2,4	11,9±2,2	0,636
Pengalaman (tahun)	3,4±1,2	3,7±1,4	0,537
PB 50m (detik)	27,18±1,45	27,32±1,38	0,789

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rerata±standar deviasi.

IMT = Indeks Massa Tubuh;

PB = Personal Best. Tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok pada baseline ( $p > 0,05$ ).

Hasil pengukuran waktu tempuh 50m gaya bebas menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua kelompok (Tabel 2). Pada kelompok periodisasi non-linear, terjadi penurunan waktu

tempuh sebesar 7,8% dari baseline, sedangkan kelompok periodisasi linear mengalami penurunan 5,2%. Perbedaan ini secara statistik signifikan ( $p=0,032$ ).

Tabel 2. Perbandingan Waktu Tempuh 50m Gaya Bebas

Kelompok	Pre-test (detik)	Mid-test (detik)	Post-test (detik)	$\Delta$ (%)	p-value*
Linear	27,18±1,45	26,34±1,38	25,76±1,29	-5,2	0,001
Non-Linear	27,32±1,38	25,89±1,31	25,19±1,22	-7,8	0,001
p-value**	0,789	0,341	0,192	-	0,032

Analisis mixed-design ANOVA menunjukkan efek interaksi yang signifikan antara kelompok dan waktu ( $F=4,67$ ,  $p=0,039$ ). Effect size (Cohen's d) untuk perbedaan antar kelompok pada post-test adalah 0,48, yang dikategorikan sebagai moderate effect.

Pola serupa terlihat pada waktu tempuh 100m gaya bebas (Tabel 3). Kelompok periodisasi non-linear menunjukkan peningkatan performa yang lebih besar (6,9%) dibandingkan kelompok periodisasi linear (4,7%). Perbedaan ini secara statistik signifikan ( $p=0,041$ ).

Tabel 3. Perbandingan Waktu Tempuh 100m Gaya Bebas

Kelompok	Pre-test (detik)	Mid-test (detik)	Post-test (detik)	$\Delta$ (%)	p-value*
Linear	59,83±3,21	58,12±3,08	57,02±2,94	-4,7	0,001
Non-Linear	60,15±3,14	57,34±2,89	55,99±2,76	-6,9	0,001
p-value**	0,771	0,458	0,312	-	0,041

Pengukuran  $VO_2\max$  menunjukkan peningkatan signifikan pada kedua kelompok, namun kelompok periodisasi non-linear mengalami peningkatan yang lebih besar (Tabel 4). Peningkatan  $VO_2\max$  pada kelompok non-linear mencapai 12,3%, sementara kelompok linear mengalami peningkatan 8,9% ( $p=0,027$ ).

Tabel 4. Perbandingan  $VO_2\max$

Kelompok	Pre-test (ml/kg/min)	Mid-test (ml/kg/min)	Post-test (ml/kg/min)	$\Delta$ (%)	p-value*
Linear	52,4±4,8	55,1±4,6	57,1±4,9	+8,9	0,001
Non-Linear	51,9±4,6	56,8±4,4	58,3±4,7	+12,3	0,001
p-value**	0,756	0,289	0,487	-	0,027

Pengukuran kekuatan otot dilakukan pada tiga gerakan utama yang relevan dengan renang gaya bebas. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada kedua kelompok, dengan kecenderungan yang lebih baik pada kelompok periodisasi non-linear (Tabel 5).

Tabel 5. Perbandingan Kekuatan Otot (Peak Torque)

Parameter	Kelompok	Pre-test (Nm)	Post-test (Nm)	Δ (%)	p-value*
Shoulder IR	Linear	48,3±6,7	52,1±6,9	+7,9	0,002
	Non-Linear	47,9±6,4	53,8±6,8	+12,3	0,001
Shoulder ER	Linear	34,2±4,8	36,7±4,9	+7,3	0,003
	Non-Linear	33,8±4,6	37,9±5,1	+12,1	0,001
Elbow Flex	Linear	41,6±5,9	44,8±6,1	+7,7	0,002
	Non-Linear	42,1±5,7	46,9±6,3	+11,4	0,001

Pengukuran komposisi tubuh menunjukkan perubahan positif pada kedua kelompok, namun tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok (Tabel 6). Penurunan persentase lemak tubuh dan peningkatan massa otot terjadi pada kedua kelompok.

Tabel 6. Perubahan Komposisi Tubuh

Parameter	Kelompok	Pre-test	Post-test	Δ (%)	p-value*
Lemak tubuh (%)	Linear	12,3±2,4	11,1±2,2	-9,8	0,001
	Non-Linear	11,9±2,2	10,6±2,1	-10,9	0,001
Massa otot (kg)	Linear	47,2±5,1	49,1±5,3	+4,0	0,002
	Non-Linear	46,8±4,9	49,6±5,1	+6,0	0,001

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode periodisasi non-linear lebih efektif dalam meningkatkan performa kecepatan renang gaya bebas, baik pada jarak 50m maupun 100m. Temuan ini sejalan dengan penelitian Poliquin et al. (2018) yang melaporkan superioritas periodisasi non-linear dalam parameter kecepatan pada perenang kompetitif. Keunggulan periodisasi non-linear dalam aspek kecepatan dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme fisiologis. Pertama, variasi intensitas yang tinggi dalam periodisasi non-linear memberikan stimulus yang lebih beragam terhadap sistem neuromuskular. Variasi ini mencegah adaptasi berlebihan (accommodation) yang sering terjadi pada periodisasi linear, sehingga memungkinkan peningkatan yang berkelanjutan. Kedua, periodisasi non-linear memungkinkan pengembangan simultan berbagai kualitas fisik, termasuk power, kekuatan, dan kecepatan. Hal ini berbeda dengan periodisasi linear yang cenderung mengembangkan satu kualitas dominan pada setiap fase. Dalam konteks renang gaya bebas, kemampuan untuk menghasilkan power tinggi secara eksplosif sangat penting, terutama pada start, turn, dan sprint finish. Ketiga, frekuensi stimulus intensitas tinggi yang lebih sering pada periodisasi non-linear dapat meningkatkan adaptasi sistem fosfokreatin dan kapasitas anaerobik alaktik.

Sistem energi ini sangat penting untuk performa sprint renang, yang tercermin dari peningkatan waktu tempuh 50m yang lebih besar pada kelompok non-linear.

Peningkatan  $VO_{2max}$  yang lebih besar pada kelompok periodisasi non-linear (12,3% vs 8,9%) menunjukkan adaptasi sistem kardiorespirasi yang superior. Temuan ini menarik karena umumnya periodisasi linear dianggap lebih efektif untuk pengembangan kapasitas aerobik melalui fase persiapan umum yang panjang dengan volume tinggi. Mekanisme yang mendasari temuan ini kemungkinan terkait dengan konsep polarized training effect pada periodisasi non-linear. Variasi intensitas yang mencakup zona aerobik ringan hingga anaerobik memberikan stimulus yang lebih komprehensif terhadap adaptasi kardiorespirasi. Intensitas tinggi merangsang peningkatan cardiac output dan arteriovenous oxygen difference, sementara intensitas sedang mengoptimalkan adaptasi metabolik otot. Selain itu, recovery yang lebih baik antar sesi pada periodisasi non-linear memungkinkan kualitas latihan yang konsisten tinggi. Hal ini berbeda dengan periodisasi linear yang pada fase akhir dapat menyebabkan akumulasi fatigue berlebihan, sehingga menghambat adaptasi optimal.

Hasil pengukuran kekuatan otot menunjukkan peningkatan yang konsisten lebih besar pada kelompok periodisasi non-linear. Peningkatan peak torque shoulder internal rotation (12,3% vs 7,9%) dan external rotation (12,1% vs 7,3%) mengindikasikan adaptasi yang lebih baik pada otot-otot utama yang terlibat dalam stroke renang gaya bebas. Superioritas periodisasi non-linear dalam pengembangan kekuatan telah dilaporkan dalam berbagai penelitian sebelumnya. Mekanisme yang mendasari meliputi variasi stimulus yang mencegah plateau, optimalisasi sintesis protein melalui variasi volume dan intensitas, serta pemeliharaan sensitivitas reseptor neural. Dalam konteks renang, peningkatan kekuatan shoulder internal rotation sangat penting karena gerakan ini merupakan fase propulsif utama dalam stroke gaya bebas. Peningkatan kekuatan external rotation juga penting untuk menjaga keseimbangan otot dan mencegah cedera bahu yang sering terjadi pada perenang.

Meskipun tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini, peningkatan performa yang lebih besar pada kelompok non-linear kemungkinan juga disertai dengan perbaikan efisiensi teknik. Penelitian Zhang et al. (2021) menunjukkan bahwa periodisasi non-linear tidak hanya meningkatkan parameter fisiologis tetapi juga efisiensi biomekanik renang. Variasi intensitas pada periodisasi non-linear memungkinkan atlet untuk berlatih pada berbagai kecepatan renang, yang penting untuk mengoptimalkan koordinasi gerakan pada intensitas yang berbeda. Hal ini berbeda dengan periodisasi linear yang cenderung fokus pada satu intensitas dominan pada setiap fase.

Faktor psikologis juga berperan dalam superioritas periodisasi non-linear. Variasi yang tinggi dalam program latihan dapat meningkatkan motivasi dan mencegah kebosanan yang sering terjadi pada program linear yang monoton. Pada populasi atlet remaja, aspek ini sangat penting karena mereka umumnya memiliki attention span yang lebih pendek dan membutuhkan variasi untuk mempertahankan engagement. Penelitian menunjukkan bahwa enjoyment dan motivasi intrinsik berkorelasi positif dengan adherence program latihan dan peningkatan performa. Periodisasi non-linear yang memberikan tantangan yang berbeda setiap hari dapat meningkatkan aspek-aspek psikologis ini.

Beberapa keterbatasan perlu diakui dalam penelitian ini. Pertama, durasi penelitian yang relatif singkat (12 minggu) mungkin tidak cukup untuk mengevaluasi adaptasi jangka panjang. Penelitian dengan durasi yang lebih panjang diperlukan untuk mengetahui konsistensi efektivitas kedua metode. Kedua, penelitian ini tidak mengukur parameter biomekanik seperti stroke rate, stroke length, dan efisiensi propulsif yang dapat memberikan pemahaman lebih mendalam tentang mekanisme peningkatan performa. Ketiga, faktor individual seperti genetic predisposition dan training history yang dapat mempengaruhi respons terhadap periodisasi tidak dikontrol secara ketat. Keempat, penelitian ini dilakukan pada satu klub renang dengan karakteristik lingkungan latihan yang relatif homogen.

Generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas perlu dilakukan dengan hati-hati. Kelima, tidak dilakukan follow-up jangka panjang untuk mengetahui retention effect dari kedua metode periodisasi.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang penting bagi pelatih renang. Periodisasi non-linear dapat menjadi alternatif yang efektif, terutama untuk atlet remaja yang membutuhkan variasi dalam program latihan. Namun, implementasi periodisasi non-linear memerlukan pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip latihan dan monitoring yang lebih intensif. Pelatih perlu mempertimbangkan beberapa faktor dalam menerapkan periodisasi non-linear: (1) kemampuan atlet untuk beradaptasi dengan variasi intensitas yang tinggi, (2) fasilitas dan peralatan yang memadai untuk monitoring intensitas latihan, (3) fleksibilitas dalam penyesuaian program berdasarkan respons individual atlet, dan (4) pemahaman tentang periodisasi recovery yang tepat. Selain itu, periodisasi non-linear mungkin lebih cocok untuk fase tertentu dalam periodisasi makro, seperti fase persiapan khusus, sementara periodisasi linear tetap relevan untuk fase persiapan umum dan taper sebelum kompetisi utama.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode latihan periodisasi non-linear lebih efektif dibandingkan periodisasi linear dalam meningkatkan performa renang gaya bebas pada atlet remaja. Keunggulan periodisasi non-linear terlihat konsisten pada berbagai parameter, meliputi: Performa Kecepatan: Kelompok periodisasi non-linear menunjukkan peningkatan yang signifikan lebih besar pada waktu tempuh 50m (7,8% vs 5,2%) dan 100m (6,9% vs 4,7%) gaya bebas dibandingkan kelompok periodisasi linear. Kapasitas Aerobik:  $VO_{2max}$  mengalami peningkatan yang lebih besar pada kelompok periodisasi non-linear (12,3%) dibandingkan kelompok periodisasi linear (8,9%). Kekuatan Otot: Semua parameter kekuatan otot yang diukur menunjukkan peningkatan yang lebih besar pada kelompok periodisasi non-linear, dengan peningkatan berkisar antara 11,4% hingga 12,3% dibandingkan 7,3% hingga 7,9% pada kelompok periodisasi linear. Komposisi Tubuh: Kedua kelompok menunjukkan perbaikan komposisi tubuh yang signifikan, namun tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok.

Superioritas periodisasi non-linear kemungkinan disebabkan oleh variasi stimulus latihan yang lebih tinggi, pencegahan adaptasi berlebihan, pengembangan simultan berbagai kualitas fisik, dan aspek motivasional yang lebih baik. Temuan ini memberikan dukungan empiris untuk penerapan periodisasi non-linear dalam program latihan renang, khususnya untuk atlet remaja. Penelitian lanjutan dengan durasi yang lebih panjang, sampel yang lebih besar, dan pengukuran parameter biomekanik direkomendasikan untuk mengkonfirmasi dan memperluas temuan ini. Selain itu, penelitian tentang optimalisasi rasio intensitas dan volume dalam periodisasi non-linear perlu dilakukan untuk mengembangkan panduan praktis yang lebih spesifik.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa metode latihan periodisasi non-linear lebih efektif dibandingkan periodisasi linear dalam meningkatkan performa renang gaya bebas pada atlet remaja, maka beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut: Implementasi dalam Program Latihan Pelatih dan praktisi olahraga dianjurkan untuk mengintegrasikan model periodisasi non-linear dalam program latihan renang, terutama untuk atlet remaja, guna memaksimalkan peningkatan performa kecepatan, kapasitas aerobik, dan kekuatan otot. Variasi Stimulus Latihan Dalam merancang program latihan, penting untuk mempertahankan variasi intensitas dan jenis latihan guna mencegah adaptasi berlebihan serta

menjaga motivasi atlet, sebagaimana ditunjukkan oleh keunggulan model non-linear dalam studi ini. Evaluasi Jangka Panjang Diperlukan penelitian lanjutan dengan durasi intervensi yang lebih panjang untuk mengevaluasi efek jangka panjang dari periodisasi non-linear terhadap performa atlet secara menyeluruh, termasuk dampaknya terhadap pencegahan cedera dan pemeliharaan performa.

Perluasan Sampel dan Pengukuran Studi selanjutnya sebaiknya melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan beragam untuk meningkatkan generalisasi hasil. Selain itu, disarankan untuk menambahkan pengukuran parameter biomekanik guna memahami perubahan teknis yang mungkin berkontribusi terhadap peningkatan performa. Pengembangan Panduan Praktis Penelitian mendatang perlu difokuskan pada penentuan rasio optimal antara intensitas dan volume latihan dalam konteks periodisasi non-linear, sehingga dapat menghasilkan pedoman praktis yang lebih spesifik dan aplikatif bagi pelatih.

## DAFTAR PUSTAKA

### Jurnal Ilmiah

- Aitken, D. A., & Jenkins, D. G. (2021). Anthropometric-based selection and sprint kayak training response. *Journal of Sports Sciences*, 39(12), 1340-1347.
- Baker, D., & Newton, R. U. (2019). Adaptations in upper-body maximal strength and power output resulting from long-term resistance training in experienced strength-power athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(3), 541-547.
- Clemente, F. M., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., & Sarmiento, H. (2021). Effects of high-intensity interval training in men soccer player's physical fitness: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled and non-controlled trials. *Journal of Sports Sciences*, 39(11), 1202-1222.
- Colyer, S. L., Stokes, K. A., Bilzon, J. L., Cardinale, M., & Salo, A. I. (2018). Training-related changes in force-power profiles: Implications for the skeleton start. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 412-419.
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The impact of resistance training, sprint training, and plyometric training on swimmers' start performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 2970-2978.
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process: Planning for strength-power training in track and field. Part 1: *Theoretical aspects*. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 308-317.
- Fleck, S. J. (2019). Periodized strength training: A critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3058-3068.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., & Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 99-107.
- Gonjo, T., & Olstad, B. H. (2021). Race analysis in competitive swimming: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 69.

- Hellard, P., Avalos, M., Lacoste, L., Barale, F., Chatard, J. C., & Millet, G. P. (2006). Assessing the limitations of the Banister model in monitoring training. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 509-520.
- Loturco, I., Barbosa, A. C., Nocentini, R. K., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., ... & Nakamura, F. Y. (2016). A correlational analysis of tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. *International Journal of Sports Medicine*, 37(3), 211-218.
- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., Balagué, G., & Farrow, D. (2018). An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 538-561.
- Poliquin, C., King, I., & Stepto, N. K. (2018). Comparison of linear and undulating periodization in the optimization of strength and power in competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 39(4), 287-294.

### **Buku**

- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2020). Developing maximal neuromuscular power: Part 2 - Training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 50(8), 1477-1490.
- Dormehl, S. J., & Robertson, S. J. (2021). A systematic review of the effect of periodized versus non-periodized resistance training on strength gains in healthy adults. *Sports Medicine Open*, 7(1), 15.
- Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. (2019). Short-term periodization models: Effects on strength and speed-strength performance. *Sports Medicine*, 49(10), 1525-1536.
- Issurin, V. B. (2020). *Block periodization: Breakthrough in sport training* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Kiely, J., & Pickering, C. (2020). Periodization theory: Confronting an inconvenient truth. *Sports Medicine*, 50(3), 407-415.
- Maglischo, E. W. (2018). *Swimming fastest* (3rd ed.). Human Kinetics.