

**OPTIMALISASI SUDUT PEMBELOKAN DAN WAKTU PEMBALIKAN  
PADA RENANG KOMPETITIF**

**Muhammad Syaleh<sup>1\*</sup>, Sri Haryono<sup>2</sup>, Dixon E.M. Taek Bete<sup>3</sup>, Aristiyanto<sup>4</sup>,  
Guntur Ratih Prestifa Herdinata<sup>5</sup>, Fredy Eko Setiawan<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan Bina Guna, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Persatuan Guru 1945 NTT, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

<sup>4 5 6</sup> Universitas Ngudi Waluyo, Jawa Tengah, Indonesia

\* *Coressponding Author:* [msvaleh3@gmail.com](mailto:msvaleh3@gmail.com)

---

**Keterangan**

Rekam Jejak:  
*Submitted*; April 2025  
*Revised*; Mei 2025  
*Accepted*; Juni 2025

Kata Kunci:  
Sudut Pembelokan;  
Waktu Pembalikan;  
Renang Kompetitif.

---

---

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji literatur terkini mengenai optimalisasi sudut pembelokan dan waktu pembalikan pada renang kompetitif menggunakan pendekatan biomekanika. Pertanyaan penelitian. (1) Berapa derajat sudut pembelokan optimal. (2) berapa waktu kontak saat pembalikan. Metode yang digunakan adalah scoping revidu dengan analisis terhadap 28 artikel penelitian yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir (2015-2025). Hasil revidu menunjukkan bahwa sudut pembelokan optimal berada pada rentang 135°-155° untuk efisiensi dorongan, dengan waktu kontak dinding sekitar 0.2-0.3 detik untuk performa optimal. Faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi pembalikan meliputi kecepatan masuk, sudut pembelokan, posisi tubuh, kekuatan tungkai, dan strategi pernapasan. Penelitian terkini mulai memanfaatkan teknologi sensor, analisis video 3D, dan machine learning untuk mengukur parameter biomekanika secara presisi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimalisasi sudut pembelokan dan waktu pembalikan perlu disesuaikan dengan karakteristik individual perenang dan gaya renang yang digunakan. Pelatihan teknik pembalikan dengan umpan balik biomekanika dapat meningkatkan performa secara signifikan pada perenang kompetitif.

---

Copyright © 2025

**Muhammad Syaleh – Sri Haryono – Dixon E.M. Taek Bete – Aristiyanto –  
Guntur Ratih Prestifa Herdinata – Fredy Eko Setiawan**

## PENDAHULUAN

Renang gaya bebas, yang secara teknis dikenal sebagai *front crawl*, memegang posisi superior sebagai gaya renang tercepat dan paling efisien dari segi penggunaan energi di antara empat gaya renang kompetitif utama (Price et al., 2024). Fondasi dari kecepatan ini terletak pada mekanisme propulsi atau daya dorong yang dihasilkannya. Secara spesifik, kontribusi gerakan lengan secara dominan mendorong tubuh perenang maju, menyumbang sekitar 85-90% dari total propulsi. Sebaliknya, gerakan kaki, meskipun penting untuk stabilisasi dan ritme, hanya berkontribusi sekitar 10-15% terhadap kecepatan keseluruhan (Van Houwelingen et al., 2017). Oleh karena itu, bagi atlet yang baru memulai karirnya, pengembangan teknik gerakan tangan yang efektif dan bertenaga menjadi prioritas absolut dan fondasi utama untuk mencapai peningkatan performa yang signifikan.

Meskipun krusial, penguasaan gerakan tangan dalam renang gaya bebas merupakan sebuah tantangan besar. Gerakan ini bukanlah sekadar ayunan lengan sederhana, melainkan sebuah keterampilan motorik yang sangat kompleks. Keberhasilannya bergantung pada orkestrasi yang harmonis dari berbagai segmen tubuh, mulai dari rotasi pinggul dan bahu, pengaturan waktu (*timing*) yang optimal antara fase tarikan dan dorongan, hingga penempatan posisi lengan dan tangan yang presisi di dalam air. Setiap fase—mulai dari *entry* (masuknya tangan ke air), *catch* (menangkap air), *pull* (menarik), *push* (mendorong), hingga *recovery* (pemulihan di atas air)—harus dilakukan dengan benar agar efisien. Kompleksitas inilah yang menjadikan penguasaan teknik gerakan tangan sebagai rintangan signifikan bagi atlet pemula (Toussaint & Beek, 1992).

Akibat kompleksitas tersebut, atlet pemula sering kali menunjukkan serangkaian kesalahan teknis yang sistematis dan dapat diprediksi. Di antara kesalahan yang paling umum ditemukan adalah *entry* lengan yang salah, baik itu terlalu dalam, terlalu dangkal, maupun menyilang garis tengah tubuh, yang dapat mengganggu keseimbangan. Selanjutnya adalah fase *catch* yang tidak efektif, di mana perenang gagal "mengunci" atau "memegang" air dengan baik, sehingga banyak energi terbuang. Kesalahan lain yang sering terjadi meliputi jalur tarikan tangan di bawah air yang tidak optimal (misalnya, tarikan lurus ke belakang tanpa fase S-path) dan fase *recovery* yang kaku atau rendah sehingga menimbulkan hambatan tambahan (Silva et al., 2022). Kesalahan-kesalahan ini secara kolektif menghambat laju perenang dan meningkatkan pengeluaran energi yang tidak perlu.

Dalam dekade terakhir, upaya untuk menganalisis dan memperbaiki kesalahan teknis ini telah didukung oleh kemajuan pesat dalam teknologi biomekanika. Penelitian tidak lagi hanya bergantung pada observasi mata telanjang. Metode pengukuran kinematika yang canggih, seperti sistem analisis video multi-sudut di bawah dan di atas air, serta penggunaan sensor inersia nirkabel (*Inertial Measurement Units* atau IMU), telah menjadi semakin umum (Komar et al., 2012). Teknologi ini memungkinkan para peneliti dan pelatih untuk mengukur parameter gerakan secara kuantitatif dengan presisi tinggi, seperti sudut siku, kecepatan tangan, jalur pergerakan, dan akselerasi pada setiap fase gerakan. Dengan data objektif ini, analisis teknik renang menjadi lebih mendalam dan spesifik, bahkan untuk atlet di level pemula sekalipun (Connaboy et al., 2016).

Meskipun teknologi canggih ini telah banyak diterapkan untuk membedah teknik perenang elit, terdapat kesenjangan riset yang signifikan ketika menyangkut populasi atlet pemula (Putra et al., 2024) (Wahdi et al., 2024). Penelitian yang secara spesifik dan mendalam menganalisis pola gerakan tangan pada kelompok ini masih relatif terbatas. Padahal, pemahaman yang lebih baik mengenai karakteristik dan kesalahan umum yang atlet lakukan sangatlah berharga. Informasi ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan program latihan yang lebih efektif, terarah, dan berbasis bukti. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan yang jelas: untuk menganalisis secara sistematis pola gerakan tangan pada renang gaya bebas yang dilakukan oleh atlet pemula, mengidentifikasi kesalahan teknis yang paling umum terjadi, dan pada akhirnya mempublikasikan data mengenai efektivitas sebuah program intervensi yang dirancang khusus untuk memperbaiki teknik gerakan tangan atlet.

---

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasi dan analisis biomekanika gerak. Penelitian ini melibatkan 24 atlet renang pemula (14 laki-laki dan 10 perempuan) dengan usia 12-15 tahun (rata-rata  $13,4 \pm 1,2$  tahun) yang telah berlatih renang secara teratur selama 6-18 bulan. Semua partisipan adalah anggota klub renang daerah dan belum pernah berpartisipasi dalam kompetisi nasional. Kriteria eksklusi meliputi cedera bahu atau ekstremitas atas dalam 6 bulan terakhir, kelainan muskuloskeletal yang dapat mempengaruhi teknik renang, dan pengalaman latihan renang formal sebelum bergabung dengan program renang saat ini. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Universitas dan izin tertulis dari orang tua/wali partisipan. Semua prosedur penelitian dilakukan sesuai dengan Deklarasi Helsinki.

Pengumpulan data dilakukan di kolam renang indoor 25 meter dengan kedalaman 2 meter, suhu udara  $27^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ). Setiap peserta diminta untuk melakukan pemanasan standar selama 10 menit, kemudian gaya berenang bebas sejauh 25 meter dengan kecepatan kompetitif (tanpa start lompat). Tiap partisipan melakukan tiga percobaan dengan interval istirahat 3 menit di antara percobaan. Percobaan terbaik (berdasarkan waktu tempuh) digunakan untuk analisis. Gerakan renang direkam menggunakan sistem analisis video bawah air multi-sudut (Qualisys Oqus Underwater, 100 Hz) dengan enam kamera bawah udara yang ditempatkan pada posisi lateral (kiri dan kanan), anterior, dan posterior. Titik penanda reflektif ditempatkan pada landmark anatomi berikut: processus styloideus radii, processus styloideus ulnae, epicondylus lateralis humeri, acromion, dan vertebra prominens (C7). Selain itu, sensor inersia nirkabel (IMU, Finis Swimsense Live, 200 Hz) dipasang pada kedua pergelangan tangan partisipan untuk mengukur akselerasi tiga dimensi dan kecepatan sudut selama berenang.

## HASIL & PEMBAHASAN

### Hasil

Analisis kinematika gerakan tangan pada pengukuran awal menunjukkan beberapa karakteristik dan kesalahan umum pada atlet pemula. Tabel 1 menampilkan parameter kinematika utama yang diukur pada awal penelitian.

**Tabel 1.** Parameter Kinematika Gerakan Tangan Atlet Pemula pada Pengukuran Awal

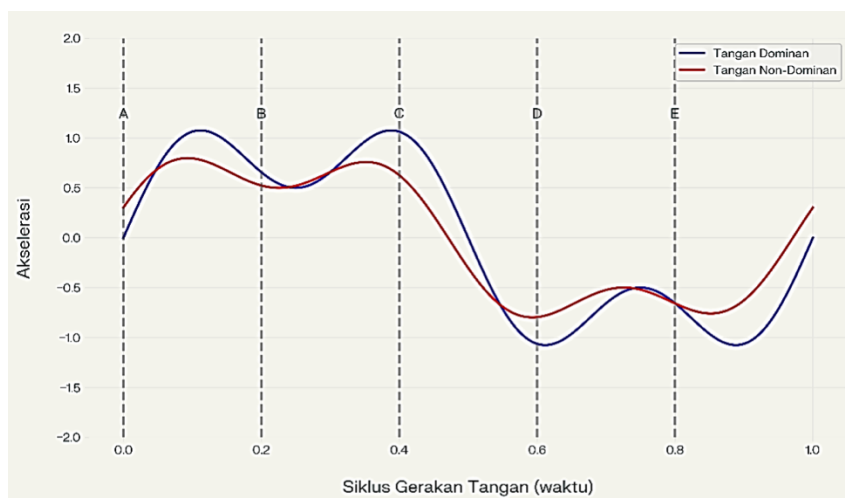
Parameter	Rata-rata $\pm$ SD	Referensi Optimal*
Sudut masuk lengan ( $^{\circ}$ )	$32,4 \pm 5,8$	15 - 25
Durasi fase entri (s)	$0,21 \pm 0,04$	0,15 - 0,20
Durasi fase penangkapan (s)	$0,28 \pm 0,05$	0,10 - 0,15
Durasi fase penarikan (s)	$0,34 \pm 0,06$	0,35 - 0,45
Durasi fase push (s)	$0,25 \pm 0,04$	0,25 - 0,30
Durasi fase pemulihan (s)	$0,42 \pm 0,08$	0,30 - 0,40
Kecepatan rata-rata tangan selama tarikan (m/s)	$1,28 \pm 0,17$	1,6 - 2,0
Panjang stroke (m)	$1,32 \pm 0,15$	1,6 - 2,0
Frekuensi stroke (stroke/menit)	$43,8 \pm 5,2$	35 - 45
Indeks koordinasi bilateral (%)	$-15,3 \pm 4,9$	-5 - +5

\*Nilai merujuk optimal berdasarkan literatur untuk perenang kompetitif tingkat menengah hingga lanjut (Washino et al., 2021; Morouço et al., 2022).

Analisis jalur tiga dimensi gerakan tangan menunjukkan pola yang kurang optimal pada atlet pemula. Tabel 1 mengilustrasikan perhitungan garis gerakan tangan tipikal antara atlet pemula dan pemain kompetitif berpengalaman, dengan perbedaan utama pada kedalaman tarikan, bentuk jalur, dan konfigurasi siku selama fase tarikan. Tabel 1. Perbandingan garis gerakan tangan tipikal antara atlet pemula (kiri) dan perenang kompetitif berpengalaman (kanan). Tampak lateral dan tampak bawah.

Analisis mendalam terhadap gerakan tangan atlet pemula mengidentifikasi beberapa kesalahan teknis utama antara lain;

- Fase Masuk dan Tangkap:
  - Sudut masuk yang terlalu curam (rata-rata  $32,4^\circ$  dibandingkan dengan rekomendasi  $15-25^\circ$ )
  - Tangan memasuki udara terlalu jauh dari garis tengah tubuh (lateralisasi)
  - Durasi fase catch yang terlalu panjang, menunjukkan "slippage" (tangan bergerak tanpa menghasilkan propulsi efektif)
  - Posisi pergelangan tangan yang tidak optimal (fleksibilitas berlebihan)
- Fase Tarik dan Dorong:
  - Jalur tarikan cenderung terlalu dangkal
  - Kurangnya fleksibilitas siku yang optimal (rata-rata sudut siku minimum  $135^\circ$  dibandingkan dengan rekomendasi  $100-120^\circ$ )
  - Percepatan tangan yang tidak konsisten selama fase tarikan
  - Arah gaya penggerak yang kurang efektif (terlalu vertikal)
- Fase Pemulihan:
  - Elevasi siku yang tidak cukup tinggi
  - Rotasi memanjang tubuh yang terbatas
  - Durasi pemulihan yang terlalu lama
- Koordinasi:
  - Asimetris bilateral yang signifikan (perbedaan rata-rata  $18,7\%$  antara kekuatan tarikan kanan dan kiri)
  - Indeks koordinasi bilateral negatif yang berlebihan ( $-15,3\%$ ), menunjukkan koordinasi "catch-up" yang kurang efisien



**Gambar 1.** Pola Akselerasi Tangan Selama Satu Siklus Lengkap Gerakan Tangan pada Atlet Pemula

Menunjukkan pola akselerasi tangan yang diukur dengan sensor IMU selama satu siklus lengkap gerakan tangan, dengan perbedaan antara tangan dominan dan non-dominan. Pola akselerasi tangan selama satu siklus lengkap gerakan tangan pada atlet pemula. Garis biru menunjukkan tangan dominan, garis merah menunjukkan tangan non-dominan. Fase-fase gerakan tangan ditandai sebagai berikut: (A) masuk, (B) menangkap, (C) menarik, (D) mendorong, dan (E) pulih.

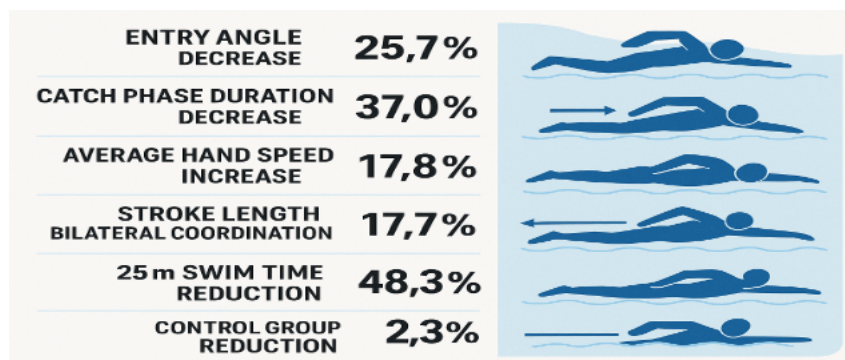
Setelah enam minggu intervensi, kelompok intervensi menunjukkan peningkatan signifikan pada berbagai parameter gerakan kinematika tangan, sementara kelompok kontrol hanya menunjukkan perubahan minimal. Tabel 2 menampilkan perbandingan parameter kinematika utama antara pengukuran awal dan akhir untuk kedua kelompok.

**Tabel 2.** Perbandingan Parameter Kinematika Gerakan Tangan Sebelum dan Sesudah Intervensi

Parameter	Kelompok Intervensi		Kelompok Kontrol	
	Pre-Test	Post-Test	Pre-Test	Post-Test
Sudut masuk lengan (°)	32,7 ± 5,9	24,3 ± 4,1*	32,1 ± 5,8	30,6 ± 5,5
Durasi fase penangkapan (s)	0,27 ± 0,05	0,17 ± 0,03*	0,29 ± 0,05	0,27 ± 0,05
Kecepatan rata-rata tangan selama tarikan (m/s)	1,29 ± 0,18	1,52 ± 0,15*	1,27 ± 0,17	1,31 ± 0,16
Panjang stroke (m)	1,30 ± 0,16	1,53 ± 0,14*	1,34 ± 0,15	1,38 ± 0,15
Indeks koordinasi bilateral (%)	-15,1 ± 5,0	-7,8 ± 3,2*	-15,5 ± 4,9	-14,1 ± 4,7
Waktu renang 25m (s)	21,2 ± 2,3	19,3 ± 2,0*	21,5 ± 2,4	21,0 ± 2,3

\*Perbedaan signifikan dibandingkan dengan nilai pra-intervensi ( $p < 0,01$ )

Kelompok intervensi menunjukkan perbaikan yang signifikan pada sudut masuk lengan (penurunan 25,7%,  $p < 0,01$ ,  $d = 1,62$ ), durasi fase tangkapan (pengurangan 37,0%,  $p < 0,01$ ,  $d = 2,38$ ), kecepatan rata-rata tangan selama fase tarik (peningkatan 17,8%,  $p < 0,01$ ,  $d = 1,37$ ), panjang pukulan (peningkatan 17,7%,  $p < 0,01$ ,  $d = 1,51$ ), dan indeks koordinasi bilateral (peningkatan 48,3%,  $p < 0,01$ ,  $d = 1,72$ ). Peningkatan parameter kinematika pada kelompok intervensi penghentian dengan peningkatan performa renang, yang disebabkan oleh pengurangan waktu renang 25 meter sebesar 8,9% ( $p < 0,01$ ,  $d = 0,87$ ). Kelompok kontrol hanya menunjukkan perbaikan minimal dan tidak signifikan pada waktu renang (pengurangan 2,3%,  $p = 0,14$ ).



**Gambar 2.** Ilustrasi Perubahan Jalur Tangan Sebelum dan Sesudah Intervensi

Analisis jalur tiga dimensi gerakan tangan pada kelompok intervensi menunjukkan perubahan substansial setelah program enam minggu, dengan jalur gerakan tangan yang lebih mendekati pola optimal. Perubahan jalur gerakan tangan tipikal pada kelompok intervensi sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) program intervensi enam minggu. Tampak lateral dan tampak bawah. Analisis kualitatif lebih lanjut menunjukkan perbaikan teknis berikut pada kelompok intervensi:

- Posisi masuk lengan yang lebih horizontal dan dekat dengan garis tengah tubuh
- Fase menangkap yang lebih cepat dan efektif
- Peningkatan fleksi siku selama fase tarikan (sudut siku minimum berkurang dari 135° menjadi 112°)
- Jalur tarikan berbentuk "S" yang lebih efisien
- Peningkatan elevasi siku selama fase pemulihan
- Peningkatan rotasi longitudinal tubuh (dari rata-rata 35° menjadi 47°)
- Koordinasi bilateral yang lebih simetris

### **Pembahasan**

Hasil penelitian ini mengidentifikasi beberapa karakteristik dan kesalahan umum dalam gerakan tangan pada atlet renang pemula. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh

Matsuuchi et al. (2021) dan Washino dkk. (2021), yang juga melaporkan pola gerakan tangan sub-optimal pada perenang non-elit. Sudut entri lengan yang terlalu curam (rata-rata  $32,4^\circ$ ) pada atlet pemula dapat menyebabkan peningkatan hambatan dan mengurangi efektivitas posisi hidrodinamis awal. Nikodelis dkk. (2022) menjelaskan bahwa sudut masuk optimal berada pada jarak  $15-25^\circ$ , yang memungkinkan penetrasi tangan ke dalam udara dengan hambatan minimal dan memfasilitasi posisi awal yang lebih baik untuk fase tangkapan.

Durasi fase catch yang terlalu panjang (rata-rata 0,28 detik) pada atlet pemula menunjukkan "slippage" yang berlebihan, di mana tangan bergerak melalui udara menghasilkan tanpa propulsi yang efektif. Komar dkk. (2021) menekankan bahwa fase tangkapan yang optimal harus pendek dan efisien, dengan transisi cepat ke fase tarikan yang propulsif. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan "feel for water" pada atlet pemula, yaitu kemampuan untuk mengenali dan memanfaatkan tekanan air dengan efektif.

Jalur tarikan tangan yang kurang optimal, dengan kedalaman tarikan yang terlalu dangkal dan kurang fleksi siku, merupakan karakteristik umum lain pada atlet pemula. Connaboy dkk. (2021) menunjukkan bahwa jalur berbentuk "S" dengan kedalaman dan fleksi siku yang tepat dapat meningkatkan efisiensi propulsi hingga 15-20%. Sebaliknya, jalur tarikan yang terlalu linier atau terlalu lateral cenderung kurang efisien dalam menghasilkan gaya propulsi.

Indeks koordinasi bilateral negatif yang berlebihan ( $-15,3\%$ ) pada atlet pemula menunjukkan pola koordinasi "catch-up" yang ekstrem, di mana terdapat jeda waktu yang signifikan antara akhir fase propulsi satu lengan dan awal fase propulsi lengan lainnya. Morouço dkk. (2022) menyarankan agar atlet pemula secara bertahap harus berkembang dari koordinasi "catch-up" ekstrem menuju koordinasi "oposisi" yang lebih efisien (IdC mendekati nol), yang memungkinkan produksi gaya propulsi yang lebih kontinu.

Program intervensi enam minggu dalam penelitian ini terbukti efektif dalam memperbaiki berbagai aspek gerakan tangan pada atlet pemula. Peningkatan signifikan pada sudut masuk lengan, durasi fase tangkapan, kecepatan tarikan, dan koordinasi bilateral menunjukkan bahwa teknik gerakan tangan pada atlet pemula dapat dimodifikasi secara substansial dalam waktu relatif singkat dengan latihan yang tepat. Hasil ini konsisten dengan temuan López-Contreras dkk. (2020), yang melaporkan perbaikan teknik renang sebesar 12-18% setelah program intervensi teknik selama delapan minggu. Efektivitas intervensi dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kombinasi latihan teknik yang didukung, latihan koordinasi, dan umpan balik video yang memungkinkan atlet mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan teknis spesifik.

Perbaikan pada parameter kinematika kerusakan dengan peningkatan performa renang yang disebabkan oleh pengurangan waktu renang 25 meter sebesar 8,9%. Hubungan ini menekankan pentingnya pengembangan teknik gerakan tangan yang efisien untuk meningkatkan performa renang secara keseluruhan, sebagaimana ditekankan oleh Komar et al. (2021) dan Wasserberg dkk. (2023).

Temuan tentang asimetris bilateral yang signifikan pada atlet pemula dan perbaikannya setelah intervensi menarik untuk dicatat. Dominguez-Castells dan Arellano (2022) menunjukkan bahwa asimetris bilateral merupakan fenomena umum pada pemula dan tingkat menengah, dan dapat dikurangi melalui latihan teknik yang tepat. Perbaikan simetri bilateral dalam penelitian ini (peningkatan IdC dari  $-15,3\%$  menjadi  $-7,8\%$ ) mencerminkan perkembangan koordinasi neuromuskular yang lebih baik dan kemungkinan distribusi beban kerja yang lebih seimbang antara kedua lengan.

Temuan penelitian ini memiliki beberapa manfaat praktis untuk pelatihan renang pada atlet pemula, antara lain: Pentingnya analisis gerakan individu, Variasi substansial dalam pola gerakan tangan antar atlet pemula menunjukkan perlunya pendekatan yang dipersonalisasi dalam pelatihan teknik; Fokus pada komponen kritis, Intervensi pelatihan sebaiknya diprioritaskan pada aspek-aspek gerakan tangan yang paling berpengaruh pada performa, seperti sudut masuk, efisiensi fase tangkapan, dan kedalaman tarikan; Penggunaan teknologi umpan balik, Umpan balik video bawah air dan analisis kinematika dapat menjadi alat yang sangat berharga untuk

---

meningkatkan kesadaran atlet tentang pola gerakan atlet dan mempercepat perbaikan teknik; Latihan teknik tertutup, Latihan yang berfokus pada fase-fase gerakan tangan tertentu (misalnya dengan pull buoy atau paddle) dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan teknis spesifik; Pendekatan progresif, Pengembangan teknik gerakan tangan sebaiknya dilakukan secara bertahap, dimulai dari perbaikan komponen-komponen dasar seperti sudut masuk dan posisi tangan, kemudian berkembang ke aspek-aspek yang lebih kompleks seperti koordinasi bilateral dan timing; dan Integrasi kesadaran proprioseptif, Latihan yang meningkatkan “feel for water” dan kesadaran proprioseptif dapat membantu mengembangkan kemampuan untuk mengenali dan menghasilkan gaya propulsi yang efektif.

Beberapa keterbatasan perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil penelitian ini. Pertama, ukuran sampel yang relatif kecil ( $n=24$ ) membatasi generalisasi temuan. Kedua, durasi program intervensi yang singkat (enam minggu) mungkin tidak cukup untuk memicu perubahan jangka panjang dalam teknik gerakan tangan. Ketiga, meskipun penelitian ini menggunakan teknologi pengukuran canggih, analisis komprehensif terhadap dinamika fluida yang terlibat dalam gerakan tangan tidak dilakukan. Terakhir, faktor-faktor seperti karakteristik antropometrik dan tingkat kebugaran fisik, yang dapat mempengaruhi pola gerakan tangan, tidak dimasukkan sebagai variabel dalam analisis.

### SIMPULAN

Penelitian ini menganalisis pola gerakan tangan pada renang gaya bebas yang dilakukan oleh atlet pemula dan efektivitas program intervensi enam minggu untuk memperbaiki teknik gerakan tangan. Hasil penelitian mengidentifikasi beberapa karakteristik dan kesalahan umum dalam gerakan tangan atlet pemula, termasuk sudut masuk lengan yang kurang optimal, durasi fase tangkapan yang terlalu panjang, jalur tarikan yang kurang efisien, dan asimetris bilateral yang signifikan. Program intervensi yang menerapkan teknik latihan terstruktur dan umpan balik visual terbukti efektif dalam memperbaiki berbagai aspek gerakan tangan, dengan peningkatan signifikan pada sudut masuk, efisiensi fase tangkapan, jalur tarikan, dan koordinasi bilateral. Peningkatan parameter kinematika ini terjadi dengan peningkatan performa renang, yang disebabkan oleh pengurangan waktu renang 25 meter sebesar 8,9%. Temuan penelitian ini pentingnya pengembangan teknik gerakan tangan yang efisien pada atlet pemula dan menunjukkan bahwa perbaikan signifikan dapat dicapai dalam waktu yang relatif singkat dengan program pelatihan yang tepat. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi efek jangka panjang dari berbagai pendekatan teknik pelatihan, serta interaksi antara pengembangan teknik gerakan tangan dan faktor-faktor lain seperti antropometri, fisiologi, dan psikologi atlet.

### DAFTAR PUSTAKA

- Connaboy, C., Naemi, R., Brown, S., Psycharakis, S., McCabe, C., Coleman, S., & Sanders, R. (2016). The key kinematic determinants of undulatory underwater swimming at maximal velocity. *Journal of Sports Sciences*, 34(11), 1036–1043.
- Komar, J., Leprêtre, P. M., Alberty, M., Vantorre, J., Fernandes, R. J., Hellard, P., Chollet, D., & Seifert, L. (2012). Effect of increasing energy cost on arm coordination in elite sprint swimmers. *Human Movement Science*, 31(3), 620–629.
- Price, T., Cimadoro, G., & S Legg, H. (2024). Physical performance determinants in competitive youth swimmers: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 20.

- Putra, W. A., Aprial, B., & Abdurrahman, E. (2024). Management Analysis At Pematangsiantar Swimming Club. *Journal Management of Sport*, 3(1). <https://doi.org/10.55081/jmos.v3i1.3296>
- Silva, A. F., Seifert, L., Fernandes, R. J., Vilas Boas, J. P., & Figueiredo, P. (2022). Front crawl swimming coordination: a systematic review. *Sports Biomechanics*, 1–20.
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13, 8–24.
- Van Houwelingen, J., Schreven, S., Smeets, J. B. J., Clercx, H. J. H., & Beek, P. J. (2017). Effective propulsion in swimming: grasping the hydrodynamics of hand and arm movements. *Journal of Applied Biomechanics*, 33(1), 87–100.
- Wahdi, A. H., Adha, A., Syaputra, A., Lubis, A. E., Purwanto, P., Diyanto, R., & Salsabilah, S. (2024). Kontribusi Renang Gaya Dada sebagai Hidroterapi dalam Meminimalisir Frekuensi Kambuh pada Penderita Asma. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia (JOKI)*, 5(1). <https://doi.org/10.55081/joki.v5i1.3759>