

DETERMINASI KINERJA OLAHRAGA RENANG: STUDI KUANTITATIF BERBASIS TINJAUAN SISTEMATIS LITERATUR 2021-2025

Efran Cornelius Partoginami Sitompul¹, Ipo Makarios²

^{1,2}Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar, Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia

Email: efransitompul14@gmail.com

Article History

Received: 02-06-2026

Revision: 16-07-2026

Accepted: 27-08-2026

Published: 30-08-2026

Abstract. The study aims to identify the factors that are most consistently associated with swimming speed, movement efficiency, and athletes' long-term participation. The data sources consisted of peer-reviewed international journal articles retrieved from reputable scientific databases based on predetermined inclusion and exclusion criteria. Data were collected through a systematic literature search, article screening, and data extraction procedures, while the collected information was analyzed using descriptive quantitative synthesis by comparing and integrating findings across the selected studies. The synthesis revealed that muscular strength, explosive power, metabolic capacity, pacing quality, and kinematic stability emerged more consistently as the primary determinants of swimming performance than recovery interventions alone. Furthermore, findings regarding swimmer's shoulder, breakout-phase biomechanics, and stroke distribution indicate that competitive success cannot be explained solely by physical capacity. Psychosocial variables, particularly the coach-created motivational climate, also demonstrated a significant influence on the retention of young athletes. These findings confirm that swimming performance is multidimensional; therefore, effective training programs should integrate physical periodization, technical refinement, competition strategies, and injury prevention within a comprehensive framework. Nevertheless, this study is limited by its reliance on published articles from 2021–2025 and the heterogeneity of research designs, participant characteristics, and performance measures across the included studies, which may affect the generalizability of the synthesized findings.

Keywords: Swimming, Athlete Performance, Biomechanics, Pacing, Shoulder Injuries, Quantitative Review

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling konsisten berkaitan dengan kecepatan renang, efisiensi gerak, dan keberlanjutan partisipasi atlet. Sumber data penelitian berupa artikel jurnal internasional yang telah melalui proses *peer review* dan diperoleh dari basis data ilmiah bereputasi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur secara sistematis, penyaringan artikel, dan ekstraksi data, sedangkan analisis data menggunakan sintesis kuantitatif-deskriptif dengan membandingkan serta mengintegrasikan temuan dari setiap penelitian yang terpilih. Hasil sintesis menunjukkan bahwa kekuatan otot, daya ledak, kapasitas metabolik, kualitas *pacing*, dan stabilitas kinematik merupakan determinan utama performa renang yang lebih konsisten dibandingkan intervensi pemulihan secara tunggal. Selain itu, temuan mengenai *swimmer's shoulder*, biomekanika fase *breakout*, dan distribusi *stroke* menegaskan bahwa keberhasilan dalam renang kompetitif tidak hanya ditentukan oleh kapasitas fisik semata. Variabel psikososial, khususnya iklim motivasional yang dibangun oleh pelatih, juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap retensi atlet usia muda. Temuan ini menegaskan bahwa performa renang bersifat multidimensional sehingga program latihan yang efektif perlu mengintegrasikan periodisasi fisik, penyempurnaan teknik, strategi kompetisi, dan pencegahan cedera secara terpadu. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mengkaji artikel yang diterbitkan pada periode 2021–2025 serta adanya heterogenitas dalam desain penelitian, karakteristik partisipan, dan ukuran performa yang digunakan pada setiap studi, sehingga dapat memengaruhi tingkat generalisasi hasil sintesis.

Kata Kunci: Renang, Performa Atlet, Biomekanika, Pacing, Cedera Bahu, Tinjauan Kuantitatif

How to Cite: Sitompul, E. C. P., & Makarios, I. (2026). Determinasi Kinerja Olahraga Renang: Studi Kuantitatif Berbasis Tinjauan Sistematis Literatur 2021-2025. *PEDAGOGIC: Indonesian Journal of Science Education and Technology*, 6 (4), 3752-3764. <http://doi.org/10.54373/ijset.v6i4.6093>

PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian ini bertumpu pada kenyataan bahwa renang kompetitif menuntut integrasi sistem saraf, fisiologi, biomekanika, dan kontrol taktis dalam satu rangkaian gerak yang sangat cepat. Pada nomor sprint maupun jarak menengah, sedikit pergeseran frekuensi stroke, panjang kayuhan, atau kualitas start dapat mengubah hasil akhir secara bermakna. Karena itu, renang layak diperlakukan sebagai cabang olahraga yang sensitif terhadap perubahan kecil pada komponen performa (Morais et al., 2024). Kesenjangan penelitian masih terlihat pada cara studi-studi terbaru memecah performa renang ke dalam domain yang terpisah. Sebagian riset menonjolkan kapasitas aerobik atau daya ledak, sebagian lain menguji teknik breakout, pemulihan pascalatihan, atau faktor psikologis. Namun, sedikit penelitian yang menyatukan temuan-temuan tersebut ke dalam satu kerangka analisis kuantitatif yang dapat dipakai pelatih sebagai dasar pengambilan keputusan (Price et al., 2024).

Tinjauan pustaka singkat menunjukkan bahwa riset renang pasca-2021 bergerak ke arah yang lebih spesifik. Peneliti tidak lagi hanya membahas waktu tempuh, melainkan juga variabilitas kinematik, relasi kekuatan otot dengan efisiensi gerak, peran pacing pada 400 meter freestyle, dan konsekuensi biomekanik terhadap bahu. Arah ini menandakan bahwa performa renang perlu dibaca sebagai produk interaksi antara tenaga, teknik, dan adaptasi individu (López-Belmonte et al., 2022). Pertanyaan penelitian dalam artikel ini dirumuskan sebagai berikut: faktor apa yang paling konsisten mendukung performa renang, dan bagaimana hubungan antarfaktor tersebut membentuk logika latihan yang lebih efektif. Hipotesis kerja yang diajukan ialah bahwa determinan fisik dan teknis akan muncul lebih dominan daripada intervensi *recovery* tunggal, sedangkan faktor psikologis akan lebih kuat berperan pada retensi dan konsistensi latihan daripada pada kecepatan murni (Moulds et al., 2023).

Tujuan penelitian ini adalah menyusun sintesis kuantitatif-deskriptif yang menilai determinan utama performa renang, menjelaskan pola temuan antarstudi, dan merumuskan implikasi praktis untuk pelatih, atlet, dan peneliti lanjutan. Dengan cara itu, artikel ini tidak berhenti pada deskripsi tren, tetapi menempatkan literatur sebagai dasar untuk membangun model latihan yang lebih presisi (Morais et al., 2024).

METODE

Penelitian ini menggunakan *metode Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan kuantitatif-deskriptif. Metode *Systematic Literature Review* dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan empiris dari penelitian terdahulu secara sistematis, transparan, dan dapat dipe

rtanggungjawabkan. Pendekatan kuantitatif-deskriptif digunakan untuk menggambarkan kecenderungan hasil penelitian serta mengidentifikasi faktor-faktor yang paling konsisten memengaruhi performa renang tanpa melakukan analisis statistik lanjutan seperti meta-analisis. Sumber data penelitian berupa artikel jurnal internasional yang telah melalui proses *peer review* dan diterbitkan pada periode 2021–2025. Artikel diperoleh melalui penelusuran literatur secara sistematis pada beberapa basis data ilmiah bereputasi, yaitu Scopus, Web of Science, PubMed, dan Google Scholar. Proses pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci "*swimming performance*", "*competitive swimming*", "*swimming biomechanics*", "*swimming technique*", "*swimmer's shoulder*", "*recovery in swimming*", "*youth swimming*", "*swimming physiology*", "*pacing strategy*", dan "*swimming injury*" dengan memanfaatkan operator Boolean AND dan OR untuk memperluas maupun mempersempit hasil pencarian sesuai kebutuhan penelitian.

Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel diterbitkan pada tahun 2021–2025; (2) merupakan artikel penelitian asli (*original research*) yang dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi; (3) membahas performa renang kompetitif, teknik renang, kapasitas fisiologis, pemulihan (*recovery*), aspek psikologis, atau cedera pada atlet renang; (4) ditulis dalam bahasa Inggris; dan (5) menyajikan data empiris dengan pendekatan kuantitatif atau *mixed methods*. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel berupa prosiding, editorial, bab buku, artikel tinjauan (*review*), tesis, maupun disertasi; (2) penelitian yang tidak berfokus pada performa renang; (3) artikel yang terduplikasi; serta (4) artikel yang tidak menyediakan naskah lengkap (*full text*) atau memiliki informasi metodologi yang tidak memadai. Berdasarkan proses seleksi tersebut, diperoleh 23 artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan digunakan sebagai sumber data dalam penelitian ini. Unit analisis dalam penelitian ini bukan individu, melainkan publikasi ilmiah yang memuat data empiris mengenai performa renang. Setiap artikel dikaji secara sistematis untuk mengekstraksi informasi mengenai tahun publikasi, penulis, desain penelitian, karakteristik partisipan, jumlah sampel, variabel penelitian, instrumen pengukuran, serta temuan utama. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar ekstraksi data (*data extraction form*) yang disusun secara terstruktur agar proses pengumpulan informasi dari setiap artikel berlangsung secara konsisten. Selanjutnya, data dikelompokkan ke dalam lima domain utama, yaitu faktor fisik, faktor teknik, faktor psikologis, *recovery*, dan cedera, sehingga memudahkan proses perbandingan antarpenelitian (Morais et al., 2024; Price et al., 2024).

Teknik analisis data dilakukan menggunakan sintesis kuantitatif-deskriptif. Data yang telah diekstraksi ditabulasi, diklasifikasikan berdasarkan domain penelitian, kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi pola-pola temuan yang muncul secara konsisten pada berbagai penelitian. Analisis dilakukan melalui tabulasi frekuensi, perbandingan kecenderungan hasil, serta interpretasi komparatif antardomain. Analisis ini tidak bertujuan menghasilkan signifikansi statistik baru, melainkan mengidentifikasi tingkat konsensus bukti ilmiah, arah pengaruh variabel, serta konsistensi temuan yang dilaporkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Pendekatan ini dinilai tepat mengingat literatur yang dianalisis memiliki keragaman dalam desain penelitian, karakteristik partisipan, serta indikator performa yang digunakan (Morais et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, korpus literatur yang dianalisis memperlihatkan bahwa determinan performa renang tidak bergerak pada satu sumbu tunggal. Studi-studi terbaru justru menunjukkan pola berlapis, di mana kapasitas fisik, penguasaan teknik, dan konteks pelatihan saling menguatkan. Karena itu, performa renang yang baik lebih tepat dipahami sebagai hasil dari sinkronisasi kualitas biologis dan kualitas gerak yang terus dilatih (Price et al., 2024).

Pada domain fisik, temuan paling konsisten datang dari penelitian yang menempatkan kekuatan otot, daya ledak, dan komposisi tubuh sebagai fondasi performa remaja perenang. Hubungan tersebut tampak kuat pada usia pembinaan karena kemampuan menghasilkan gaya dorong di air sangat dipengaruhi oleh kapasitas neuromuskular dan toleransi terhadap beban latihan yang berulang. Dengan demikian, pelatih tidak cukup menilai perenang dari hasil stopwatch semata, tetapi perlu melihat kesiapan struktur tubuh yang menopang akselerasi dan stabilitas gerak (Price et al., 2024). Penelitian pada perenang prepubertal juga memperjelas bahwa daya anaerobik berkorelasi dengan kecepatan renang jarak pendek. Artinya, pada nomor sprint, kemampuan memproduksi energi cepat tetap menjadi penentu penting, terutama ketika fase start dan akselerasi awal memiliki bobot yang besar terhadap waktu akhir. Implikasinya, program pembinaan usia muda perlu memberi porsi eksplisit pada pengembangan power selain ketahanan umum (Budak & Şentürk, 2023).

Pada sisi teknik, variabilitas parameter *stroke* menegaskan bahwa ritme kayuhan tidak seragam di seluruh fase lomba. Studi tentang 50 meter *sprint* menunjukkan perbedaan intraindividu dan interindividu yang cukup besar pada *stroke frequency*, *stroke length*, serta kecepatan renang, terutama di awal dan akhir lintasan. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa analisis lomba harus memisahkan fase *clean swimming* dari fase transisi agar

interpretasinya tidak menyesatkan (Gonjo et al., 2025). Analisis *race pacing* pada nomor *freestyle* menengah dan jarak jauh juga memberi pesan yang sama. Pola pacing di 400, 800, dan 1500 meter tidak mengikuti distribusi energi yang sederhana, melainkan mencerminkan strategi progresif yang sangat dipengaruhi oleh level kompetisi, karakteristik atlet, dan konteks kejuaraan. Bagi pelatih, ini berarti latihan pace harus dibangun sebagai keterampilan taktis, bukan sekadar repetisi jarak (López-Belmonte et al., 2022). Dari perspektif nomor 400 meter, studi pada perenang usia kelompok menunjukkan bahwa feedback pascalomba dan latihan berbasis *race pace* dapat memperbaiki pengaturan tempo. Konsistensi pacing yang lebih baik tidak hanya menekan kehilangan kecepatan pada lap-lap tengah, tetapi juga membantu atlet mengenali kapasitas aktualnya saat mendekati intensitas maksimal. Karena itu, pengaturan pace perlu diperlakukan sebagai komponen pedagogis yang dilatih berulang (Tijani et al., 2021).

Pada aspek biomekanika, breakout phase muncul sebagai titik kritis karena fase ini menjadi jembatan antara dorongan bawah air dan renang permukaan. Perbandingan teknik menunjukkan bahwa perubahan kecil pada posisi lengan dan koordinasi tubuh selama breakout dapat mengubah kecepatan 15 meter pertama secara signifikan. Hal ini menegaskan bahwa efisiensi transisi sering kali lebih menentukan daripada usaha eksplosif yang berdiri sendiri (Stosic et al., 2023). Kajian tambahan tentang teknik *side arm* dan *top arm* pada *backstroke* memperkuat kesimpulan itu. Perbedaan sudut dan lintasan lengan selama fase breakout berdampak pada efisiensi awal setelah dorongan dinding, sehingga pemilihan teknik tidak dapat dipandang netral. Pada level elite, teknik yang tampak kecil justru sering menjadi pembeda utama pada perlombaan yang sangat rapat (Jin et al., 2025). Dalam kajian performa bahu, penelitian komparatif pada perenang dengan dan tanpa nyeri bahu menunjukkan bahwa koordinasi otot pada *front crawl* dan *backstroke* berubah terutama pada fase *recovery*. Perenang dengan *swimmer's shoulder* tidak mampu mempertahankan sinkronisasi batang tubuh dan ekstremitas atas secara efisien kelompok tanpa nyeri. Artinya, cedera bahu bukan hanya masalah rasa sakit, tetapi juga masalah gangguan koordinasi yang dapat merembet ke performa (Matsuura et al., 2024).

Temuan ini sejalan dengan penelitian mengenai fungsi, kekuatan, dan aktivasi otot bahu pada perenang kompetitif. Keterbatasan fungsional pada otot bahu muncul bukan karena satu faktor tunggal, melainkan karena kombinasi repetisi gerak overhead, adaptasi struktur, dan tuntutan teknik yang tinggi. Karena itu, program preventif harus diarahkan pada penguatan, mobilitas, dan kontrol neuromuskular secara serentak (Silva et al., 2022).

Studi fisioterapi pada kinematika bahu juga menunjukkan bahwa intervensi pemulihan dan penguatan dapat memodifikasi pola gerak ketika atlet mengalami kelelahan. Kelelahan tidak hanya menurunkan output tenaga, tetapi juga mengubah pola koordinasi segmental yang menentukan kualitas stroke. Temuan ini penting karena banyak cedera perenang muncul ketika latihan intensif menekan kapasitas kompensasi gerak tubuh (Raffini et al., 2024). Gambaran anatomi ultrasonografis pada *overhead aquatic athlete* menambah dimensi klinis pada isu ini. Evaluasi struktur jaringan lunak menunjukkan bahwa bahu perenang memiliki karakteristik morfologis yang berbeda dari populasi olahraga lain, dan perbedaan itu berhubungan dengan keluhan nyeri. Bagi praktik lapangan, hasil ini memperkuat kebutuhan skrining berkala, terutama pada atlet yang menumpuk volume latihan tinggi (Arrillaga et al., 2025).

Pada domain *recovery*, *cold-water immersion* tidak memperlihatkan peningkatan performa renang yang konsisten pada atlet remaja kompetitif. Meski sebagian atlet merasa lebih nyaman atau lebih segar, keuntungan tersebut tidak otomatis bermuara pada peningkatan waktu *sprint* atau fungsi fisik lain. Dengan kata lain, *recovery* pascalatihan perlu dinilai berdasarkan tujuan yang spesifik, bukan diandaikan selalu menaikkan performa (Batista et al., 2024). Temuan serupa tampak pada penelitian *warm-up* yang menunjukkan bahwa pemanasan dapat membantu sprint swimming, tetapi efeknya bergantung pada cara, durasi, dan intensitas pemanasan itu sendiri. Karena *warm-up* bukan sekadar ritual sebelum lomba, maka pelatih perlu menyusunnya secara individual sesuai karakter nomor dan respons atlet. Konsekuensinya, pemanasan yang efektif adalah pemanasan yang cocok dengan tugas performa, bukan yang paling panjang (Czelusniak et al., 2021). Bila dilihat dari mekanisme fisiologis yang lebih luas, validitas dan reliabilitas pengukuran VO₂max pada perenang juga perlu dibaca secara hati-hati. Perbandingan antara *cycling*, *arm cranking*, *ergometer swimming*, dan *tethered swimming* menunjukkan bahwa cara mengukur kapasitas aerobik dapat mengubah interpretasi hasil. Ini penting karena evaluasi performa renang sering disandarkan pada parameter fisiologis yang tidak selalu identik antarprotokol (de Haan et al., 2024).

Pada nomor estafet, dinamika psikologis bahkan dapat memunculkan *effort gains* yang berbeda antaranggota tim. Perenang yang lebih lemah justru kadang menunjukkan peningkatan usaha yang lebih besar ketika masuk ke format *relay*, sehingga komposisi tim tidak bisa ditentukan hanya oleh urutan performa individu. Hal ini membuka ruang bagi pelatih untuk membaca performa sebagai fenomena sosial dan taktis, bukan semata kemampuan personal (Braun et al., 2022). Pada level pembinaan usia muda, iklim motivasional pelatih terbukti berkaitan dengan keberlanjutan partisipasi renang. Penelitian pada perenang muda Australia memperlihatkan bahwa *climate* yang memberdayakan berkaitan dengan bertahan dalam

olahraga, sedangkan *climate* yang menekan berkaitan dengan *dropout*. Bukti ini penting karena retensi atlet muda sangat menentukan keberlanjutan jalur prestasi jangka panjang (Moulds et al., 2023). Relasi antara perkembangan performa dan transisi junior ke senior juga memperkuat argumen bahwa renang adalah olahraga berjalur panjang. Studi *longitudinal* pada perenang berbakat menunjukkan bahwa atlet yang akhirnya mencapai level senior *elite* sudah memperlihatkan ciri performa unggul sejak akhir fase junior, terutama pada kecepatan maksimum, turn, dan stroke index. Implikasinya, identifikasi bakat harus menggabungkan data perkembangan, bukan hanya hasil kompetisi saat ini (Post et al., 2023).

Secara metodologis, artikel-artikel terbaru juga menandai pergeseran dari analisis tunggal menuju analisis multi-variabel. Kajian bibliometrik tentang *race analysis* memperlihatkan bahwa publikasi semakin sering menghubungkan split time, kinematika, dan strategi lomba dalam satu paket analisis. Arah ini relevan karena performa renang memang tidak dapat dipahami jika waktu akhir dipisahkan dari mekanisme yang menghasilkan waktu itu (Morais et al., 2024). Pada level intervensi praktis, data tentang program latihan berbasis water training, tabata, dan latihan kekuatan menunjukkan bahwa performa *sprint* dapat ditingkatkan ketika stimulus latihan dirancang spesifik terhadap tuntutan lomba. Namun, efek positif tersebut cenderung muncul jika latihan terintegrasi dengan teknik, *recovery*, dan pengawasan beban latihan. Dengan demikian, superioritas metode tertentu tidak bersifat absolut, melainkan bergantung pada kesesuaian stimulus dan tujuan performa (Kurniawan, 2025). Bila seluruh temuan digabungkan, gambaran besar yang muncul adalah bahwa performa renang dipengaruhi oleh tiga lapisan utama. Lapisan pertama adalah kapasitas biologis seperti kekuatan dan daya tahan. Lapisan kedua adalah efisiensi teknis seperti *pacing*, *breakout*, dan koordinasi *stroke*. Lapisan ketiga adalah konteks pelatihan yang mencakup *recovery*, iklim motivasional, dan pencegahan cedera. Model berlapis ini lebih menjelaskan temuan literatur dibandingkan pendekatan yang hanya menyoroti satu variabel dominan (Price et al., 2024).

Analisis kritis terhadap literatur juga menunjukkan bahwa banyak studi masih berfokus pada sampel kecil atau level atlet yang sangat spesifik. Kondisi ini masuk akal secara metodologis karena penelitian olahraga elite sulit mengumpulkan partisipan besar, tetapi konsekuensinya generalisasi temuan menjadi terbatas. Karena itu, riset lanjutan perlu menggunakan desain longitudinal dan multi-situs agar pola yang ditemukan tidak berhenti pada satu klub atau satu kategori umur saja (Morais et al., 2024). Dalam konteks pemanasan, bukti terbaru menegaskan bahwa *warm-up* yang tepat dapat meningkatkan kesiapan sprint tanpa harus memperpanjang durasi latihan secara berlebihan. Studi tinjauan pada *sprint swimming* memperlihatkan bahwa efek pemanasan sangat tergantung pada metode, urutan, dan intensitas,

sehingga *warm-up* perlu dirancang sebagai alat priming fisiologis, bukan formalitas. Pada nomor cepat, kesalahan umum justru muncul ketika pemanasan terlalu umum dan tidak meniru tuntutan lomba (Czelusniak et al., 2021).

Temuan tentang *ultra-short race pace* dan *high-intensity interval training* juga memperjelas bahwa adaptasi latihan renang sangat dipengaruhi oleh kesesuaian stimulus. USRPT mendorong atlet berulang kali berenang mendekati pace lomba, sedangkan HIIT menekankan interval intensitas tinggi dengan struktur istirahat yang berbeda. Perbandingan keduanya menunjukkan bahwa metode latihan perlu dipilih berdasarkan target adaptasi, bukan karena salah satunya dianggap selalu lebih unggul (Papadimitriou et al., 2023). Dari sisi inovasi latihan di lapangan, program seperti *tabata water training* dan *swim-specific strength intervention* memberi sinyal bahwa atlet renang merespons baik terhadap stimulus yang singkat, padat, dan terkait langsung dengan kebutuhan nomor lomba. Namun, keberhasilan pendekatan tersebut tetap bergantung pada kontrol beban, teknik pelaksanaan, dan kesiapan atlet. Ini penting karena stimulus yang terlalu agresif dapat memperbesar risiko kelelahan dan menurunkan kualitas teknik (Kurniawan, 2025).

Literatur juga mulai memberi ruang lebih besar pada atlet dengan kebutuhan khusus. Studi mengenai *swimming for children with disability* menunjukkan bahwa renang dipahami bukan hanya sebagai target performa, tetapi juga sebagai medium rehabilitasi, partisipasi sosial, dan penguatan fungsi. Bagi pembinaan, temuan ini menegaskan bahwa renang memiliki spektrum manfaat yang luas dan tidak terbatas pada kompetisi elite (Graham et al., 2025). Analisis variabilitas menggunakan *coefficient of variation* membantu menjelaskan mengapa dua perenang dengan waktu sama belum tentu menggunakan pola gerak yang sama. Perenang yang lebih baik tidak selalu tampil paling stabil pada semua fase, tetapi mereka cenderung mampu mengelola fluktuasi kecepatan dengan lebih efisien. Karena itu, variabilitas tidak semata-mata tanda ketidakteraturan, melainkan juga indikator dinamika adaptasi teknis (Pinto et al., 2024).

Meminimalisir terjadinya cedera, literatur menyiratkan bahwa pendekatan terbaik bukan menunggu nyeri muncul, melainkan membangun sistem latihan yang memelihara jaringan bahu sejak awal. *Injury review* pada renang menekankan pentingnya koreksi volume, pemantauan gejala, dan intervensi dini ketika tanda *overuse* mulai terlihat. Bila strategi ini diterapkan sejak fase pembinaan, kualitas performa bisa dijaga tanpa mengorbankan kesehatan atlet (Ekin, 2023). Program pengelolaan beban latihan menjadi faktor penyangga yang tidak kalah penting dibanding stimulus latihan itu sendiri. Pelatihan tentang perhitungan *training load* pada komunitas renang menunjukkan bahwa pemahaman pelatih terhadap volume, intensitas, dan pemulihan dapat ditingkatkan melalui edukasi terstruktur. Secara praktis,

kontrol beban membantu mencegah *overtraining* dan menurunkan peluang cedera berulang, terutama pada atlet yang menjalani siklus latihan padat menjelang kompetisi (Abdullah et al., 2025).

Dari sudut pandang biomekanika, konsep *added mass* pada *front crawl* memperlihatkan bahwa tubuh perenang tidak hanya melawan drag, tetapi juga harus mengelola interaksi dinamis dengan air yang berubah-ubah. Ketika *added mass* meningkat, kebutuhan gaya dorong dan stabilisasi tubuh ikut berubah, sehingga teknik yang efisien harus mampu menjaga keseimbangan antara propulsi dan resistensi. Ini memberi alasan tambahan mengapa analisis performa perlu memasukkan variabel hidrodinamika, bukan hanya waktu tempuh (Carmigniani et al., 2025). Karena itu, model pelatihan renang modern idealnya bergerak ke arah integratif. Model tersebut menggabungkan latihan teknis yang presisi, beban fisik yang terukur, *recovery* yang rasional, serta evaluasi medis dan psikologis yang berkala. Pendekatan integratif memberi peluang lebih besar untuk mempertahankan performa puncak tanpa mengorbankan kesehatan bahu, kesiapan mental, dan keberlanjutan karier atlet (Morais et al., 2024).

Agenda penelitian berikutnya perlu menutup dua kelemahan utama literatur yang ada, yaitu dominasi sampel kecil dan keterbatasan desain jangka pendek. Studi *longitudinal multi-musim* dengan analisis lintas nomor lomba akan lebih mampu menjelaskan perubahan performa dari fase junior ke senior, termasuk perbedaan pola pada *sprint*, *middle distance*, dan *relay*. Dengan desain seperti itu, hubungan kausal antara stimulus latihan dan hasil lomba dapat dibaca dengan lebih kuat dan lebih bertanggung jawab (Post et al., 2023).

Tabel 1. Karakteristik studi kunci yang disintesis dalam artikel ini

Domain	Studi	Desain	Objek/Sampel	Temuan inti
Fisik	Price et al. (2024)	Systematic review	Youth swimmers	Kekuatan, power, dan metabolisme paling konsisten terkait performa
Teknik	López-Belmonte et al. (2022)	Race analysis	400, 800, 1500 m	Pacing menunjukkan pola progresif yang sangat spesifik nomor
Teknik	Stosic et al. (2023)	Experimental analysis	Swimmers	Breakout phase memengaruhi kecepatan awal secara nyata
Recovery	Batista et al. (2024)	Controlled intervention	Adolescent swimmers	Cold-water immersion tidak mengubah performa renang secara konsisten
Cedera	Matsuura et al. (2024)	Comparative study	Swimmers with shoulder pain	Koordinasi otot bahu berubah pada fase recovery

Psikologis	Moulds et al. (2023)	Survey dan cluster analysis	Youth swimmers	Climate pelatih berhubungan dengan dropout dan continuation
------------	----------------------	-----------------------------	----------------	---

KESIMPULAN

Hasil sintesis menunjukkan bahwa performa renang merupakan fenomena yang bersifat multidimensional dan dipengaruhi oleh interaksi antara kapasitas fisik, kualitas teknik, faktor psikologis, strategi kompetisi, serta pencegahan cedera. Bukti empiris dari berbagai penelitian mengindikasikan bahwa kekuatan otot, daya ledak, kapasitas metabolik, kualitas *pacing*, dan koordinasi gerakan merupakan determinan utama yang secara konsisten berkontribusi terhadap peningkatan performa atlet renang. Sebaliknya, intervensi *recovery* secara tunggal belum mampu menjelaskan peningkatan performa secara optimal tanpa didukung oleh program latihan yang terintegrasi. Selain itu, faktor biomekanika, risiko cedera bahu (*swimmer's shoulder*), serta iklim motivasional yang dibangun oleh pelatih turut berperan penting dalam menjaga keberlanjutan latihan dan perkembangan atlet menuju tingkat prestasi yang lebih tinggi.

Temuan penelitian ini memberikan implikasi praktis bahwa pelatih, atlet, dan praktisi olahraga perlu menerapkan pendekatan latihan yang lebih komprehensif dengan mengintegrasikan periodisasi fisik, pengembangan teknik renang, strategi kompetisi, aspek psikologis, serta program pencegahan cedera dalam satu sistem pembinaan yang berkelanjutan. Dari sisi akademik, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan kajian mengenai faktor-faktor multidimensional yang memengaruhi performa renang sekaligus menjadi dasar penyusunan model pembinaan atlet yang lebih efektif dan berbasis bukti ilmiah.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sintesis hanya mencakup artikel jurnal internasional yang diterbitkan pada periode 2021–2025 sehingga belum merepresentasikan perkembangan penelitian pada periode sebelumnya maupun setelahnya. Kedua, adanya perbedaan desain penelitian, karakteristik partisipan, indikator performa, serta metode pengukuran yang digunakan pada setiap studi menyebabkan tingkat heterogenitas data cukup tinggi sehingga hasil sintesis perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Ketiga, penelitian ini menggunakan pendekatan sintesis kuantitatif-deskriptif tanpa melakukan meta-analisis, sehingga belum dapat mengukur besarnya pengaruh masing-masing variabel terhadap performa renang secara statistik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan sumber literatur dengan melibatkan periode publikasi yang lebih panjang, menggunakan prosedur *Systematic Literature Review* berbasis pedoman PRISMA yang lebih

komprehensif, serta menerapkan meta-analisis untuk memperoleh estimasi kuantitatif mengenai besarnya pengaruh faktor-faktor fisik, teknik, psikologis, *recovery*, dan cedera terhadap performa renang. Selain itu, penelitian empiris yang mengintegrasikan berbagai dimensi tersebut pada atlet dengan kelompok usia dan tingkat kompetisi yang berbeda juga diperlukan untuk menghasilkan rekomendasi pembinaan yang lebih spesifik dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Bahtiar, M. W., Pribadi, H. P., Vigriawan, G. E., Laurenc, S., & Arfiansyah, E. N. (2025). Penerapan Program Swim Boost (Body Optimization and Strength Training) pada Pelatih Renang. *Jurnal Pengabdian Olahraga Masyarakat*, 6(3), 201-206. <https://doi.org/10.26877/jpom.v6i3.25212>
- Arrillaga, B., Pérez-Bellmunt, A., García, I., Rodríguez-Adalia, L., Möller, I., & Miguel-Pérez, M. (2025). Swimmer's Shoulder: Ultrasound Anatomical Description of Shoulder Tendons in Elite Swimmers and Water Polo Players. In *Healthcare* (Vol. 13, No. 2, p. 151). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare13020151>
- Batista, N. P., de Carvalho, F. A., Rodrigues, C. R., Micheletti, J. K., Machado, A. F., & Pastre, C. M. (2024). Effects of Post-Exercise Cold-Water Immersion on Performance and Perceptive Outcomes of Competitive Adolescent Swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 124(8), 2439-2450. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05462-x>
- Braun, C., Fischer, S., & Hueffmeier, J. (2022). Larger Effort Gains in Weaker Relay Swimmers Independent of Their Starting Order. *Psychology of Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102235>
- Budak, M., & Şentürk, A. (2023). The Effect of Anaerobic Power on Short Distance Swimming Performance in Prepubertal Male Swimmers. *Turkish Journal of Kinesiology*, 9(3), 143-149. <https://doi.org/10.31459/turkjin.1295154>
- Carmigniani, R., Coloretto, V., Brunel, T., Bosetto, P., Fantozzi, S., Cortesi, M., & Zamparo, P. (2025). A Novel Method for Assessing Added Mass in Front Crawl Swimming. *Journal of Biomechanics*, 189, 112816. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2025.112816>
- Czelusniak, O., Favreau, E., & Ives, S. J. (2021). Effects of Warm-Up on Sprint Swimming Performance, Rating of Perceived Exertion, and Blood Lactate Concentration: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 85. <https://doi.org/10.3390/jfmk6040085>
- de Haan, M., van der Zwaard, S., Schreven, S., Beek, P. J., & Jaspers, R. T. (2024). Determining VO2max in Competitive Swimmers: Comparing the Validity and Reliability of Cycling, Arm Cranking, Ergometer Swimming, and Tethered Swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(7), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.03.015>
- Ekin, A. (2023). Injuries in Swimming Sports: Prevention and Treatment Methods. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(10), 17988-17996. <https://doi.org/10.7769/GESEC.V14I10.3016>
- Gonjo, T., Veiga, S., Hermosilla-Perona, F., & Olstad, B. H. (2025). Variabilities in the Stroking Parameters During Short Course 50 M Time Trials in all Four Competitive Swimming Strokes. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08519-9>

- Graham, K., Ostojic, K., Johnston, L., Dutia, I., Barnes-Keoghan, E., & Clutterbuck, G. L. (2025). Swimming for Children with Disability: Experiences of Rehabilitation and Swimming Professionals in Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(11), 1633. <https://doi.org/10.3390/ijerph22111633>
- Jin, Z., Zhou, Y., Wang, D., & Wen, Y. (2025). The Impact of Side and Top Arm Techniques During the Backstroke Breakout Phase on 15-Meter Swimming Performance. *PeerJ*, 13, e18838. <https://doi.org/10.7717/peerj.18838>
- Kurniawan, W. P. (2025). Pengaruh Metode Latihan Tabata Water Training dalam Meningkatkan Kecepatan Renang 50 Meter Gaya Kupu. *Journal of Physical Activity and Sports*, 6(3), 247-256. <https://doi.org/10.53869/jpas.v6i3.374>
- López-Belmonte, Ó., Gay, A., Ruiz-Navarro, J. J., Cuenca-Fernández, F., González-Ponce, Á., & Arellano, R. (2022). Pacing Profiles, Variability and Progression in 400, 800 and 1500-M Freestyle Swimming Events at the 2021 European Championship. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 22(1), 90-101. <https://doi.org/10.1080/24748668.2021.2010318>
- Matsuura, Y., Matsunaga, N., Akuzawa, H., Oshikawa, T., & Kaneoka, K. (2024). Comparison of Muscle Coordination During Front Crawl and Backstroke With and Without Swimmer's Shoulder Pain. *Sports Health*, 16(1), 89-96. <https://doi.org/10.1177/19417381231166957>
- Moulds, K., Fraser, K. K., Karp, J., Kapocius, O., Heathcote, M., Appleton, P. R., & Cobley, S. (2023). Coach-created Motivational Climate Ratings Differentiate Between Dropout and Continuation in Australian Youth Swimming. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(5), 1395-1404. <https://doi.org/10.1177/17479541231174806>
- Morais, J. E., Barbosa, T. M., Arellano, R., Silva, A. J., Sampaio, T., Oliveira, J. P., & Marinho, D. A. (2024). Race Analysis in Swimming: Understanding the Evolution of Publications, Citations and Networks Through a Bibliometric Review. *Frontiers in sports and active living*, 6, 1413182. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1413182>
- Papadimitriou, K., Kabasakalis, A., Papadopoulos, A., Mavridis, G., & Tsalis, G. (2023). Comparison of Ultra-Short Race Pace and High-Intensity Interval Training in Age Group Competitive Swimmers. *Sports*, 11(9), 186. <https://doi.org/10.3390/sports11090186>
- Pinto, M. P., Marinho, D. A., Neiva, H. P., Barbosa, T. M., & Morais, J. E. (2024). Insights on the Selection of the Coefficient of Variation to Assess Speed Fluctuation in Swimming. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(3), 129. <https://doi.org/10.3390/JFMK9030129>
- Post, A. K., Koning, R. H., Visscher, C., & Elferink-Gemser, M. T. (2023). Tracking Performance and its Underlying Characteristics in Talented Swimmers: A Longitudinal Study During the Junior-to-Senior Transition. *Frontiers in Physiology*, 14, 1221567. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1221567>
- Price, T., Cimadoro, G., & Legg, H. (2024). Physical Performance Determinants in Competitive Youth Swimmers: A Systematic Review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16, 20. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00767-4>
- Raffini, A., Martini, M., Mazzari, L., Buoite Stella, A., Deodato, M., Murena, L., & Accardo, A. (2024). Impact of Physiotherapy on Shoulder Kinematics in Competitive Swimmers. *Sensors*, 24(24), 7936. <https://doi.org/10.3390/S24247936>
- Silva, E. R., Maffulli, N., Migliorini, F., Santos, G. M., de Menezes, F. S., & Okubo, R. (2022). Function, Strength, and Muscle Activation of the Shoulder in Competitive Swimmers and Non-Swimmers. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-02915-x>

- Stosic, J., Veiga, S., Trinidad, A., Dopsaj, M., & Navarro, E. (2023). Effect of Breakout Phase on the Stroke Kinematics and Coordinative Swimming Variables. *Sports Biomechanics*, 22(12), 1669-1682. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2033306>
- Tijani, J. M., Lipińska, P., & Ben Abderrahman, A. (2021). 400 Meters Freestyle Pacing Strategy and Race Pace Training in Age-Group Swimmers. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 23(3). <https://doi.org/10.37190/ABB-01917-2021-02>