

OLAHRAGA RENANG: TINJAUAN KRITIS TENTANG KINERJA, BIOMEKANIKA, KESEHATAN, DAN RISIKO CEDERA

Nicolas Anicetus Sinaga¹, Eldo Maycel Hutapea²

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

Email: sinaganicolas274@gmail.com

Article History

Received: 02-06-2026

Revision: 17-07-2026

Accepted: 24-08-2026

Published: 29-08-2026

Abstract. This article presents a structured literature review of scientific journal publications for the period 2021–2025 to examine the determinants of performance, health benefits, injury risk, and training implications on swimming. Data sources are obtained from various relevant online scientific databases, then selected based on predetermined criteria and synthesized thematically through critical reading of the latest empirical evidence. The results of the review show that swimming performance cannot be explained by general physical capacity alone, but is the result of an interaction between anthropometric characteristics, muscle strength, torso control, start and turn quality, and the ability to maintain propulsive phases efficiently. The literature also shows that ground strength training, core training, and inspirer muscle training provide a positive transfer to performance, especially in the sprint number and acceleration phases. On the other hand, the risk of injury is most consistently found in the shoulder and lower back, particularly when the volume of exercise increases without adequate load monitoring. Clinically and recreationally, exercise in the water also provides benefits to physical and psychological health, especially in adult and elderly populations. This review concludes that the development of an effective swimming training program needs to balance performance improvement, injury prevention, and the individual needs of swimmers. However, the results of this study are still limited to articles published during the period 2021–2025 and are influenced by the heterogeneity of the research design and the characteristics of the participants in each study analyzed.

Keywords: Swimming Biomechanics, Ground Training, Start and Turn, Shoulder Injury, Water Exercises

Abstrak. Artikel ini menyajikan tinjauan literatur terstruktur terhadap publikasi jurnal ilmiah periode 2021–2025 untuk mengkaji determinan kinerja, manfaat kesehatan, risiko cedera, serta implikasi latihan pada olahraga renang. Sumber data diperoleh dari berbagai basis data ilmiah daring yang relevan, kemudian diseleksi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan dan disintesis secara tematik melalui pembacaan kritis terhadap bukti-bukti empiris terkini. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa performa renang tidak dapat dijelaskan hanya oleh kapasitas fisik umum, melainkan merupakan hasil interaksi antara karakteristik antropometri, kekuatan otot, kontrol batang tubuh, kualitas *start* dan *turn*, serta kemampuan mempertahankan fase propulsif secara efisien. Literatur juga menunjukkan bahwa latihan kekuatan darat, latihan inti (*core training*), dan latihan otot inspirator memberikan transfer positif terhadap performa, terutama pada nomor sprint dan fase akselerasi. Di sisi lain, risiko cedera paling konsisten ditemukan pada bahu dan punggung bawah, khususnya ketika volume latihan meningkat tanpa pemantauan beban yang memadai. Secara klinis maupun rekreasi, latihan di air juga memberikan manfaat terhadap kesehatan fisik dan psikologis, terutama pada populasi dewasa dan lanjut usia. Tinjauan ini menyimpulkan bahwa pengembangan program latihan renang yang efektif perlu menyeimbangkan peningkatan performa, pencegahan cedera, dan kebutuhan individual perenang. Namun, hasil penelitian ini masih terbatas pada artikel yang diterbitkan selama periode 2021–2025 serta dipengaruhi oleh heterogenitas desain penelitian dan karakteristik partisipan pada setiap studi yang dianalisis.

Kata Kunci: Renang, Biomekanika, Latihan Darat, *Start* dan *Turn*, Cedera Bahu, Latihan Air

How to Cite: Sinaga, N. A., & Hutapea, E. M. (2026). Olahraga Renang: Tinjauan Kritis tentang Kinerja, Biomekanika, Kesehatan, dan Risiko Cedera. *PEDAGOGIC: Indonesian Journal of Science Education and Technology*, 6 (4), 3765-3779. <http://doi.org/10.54373/ijset.v6i4.6094>

PENDAHULUAN

Renang merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik paling kompleks karena menuntut koordinasi seluruh tubuh di medium yang memiliki karakter resistif sekaligus suportif. Literatur terbaru menempatkan antropometri, biomekanika, energetika, dan efisiensi sebagai fondasi utama yang menjelaskan mengapa dua perenang dengan kapasitas kebugaran yang mirip dapat menghasilkan waktu tempuh yang sangat berbeda. Perbedaan itu biasanya muncul pada kualitas *stroke*, pengelolaan *drag*, dan kemampuan mempertahankan ritme gerak yang ekonomis. Morais et al., menegaskan bahwa performa renang tidak berdiri sendiri sebagai kapasitas fisik umum, tetapi sebagai hasil integrasi banyak determinan teknis dan morfologis (Morais et al., 2021).

Kesenjangan penelitian masih tampak jelas karena sebagian besar publikasi membahas renang dari jalur yang terpisah. Sebagian studi fokus pada transfer latihan kekuatan darat, sebagian lain mengkaji *start*, *turn*, atau propulsi *front crawl*, sedangkan kelompok lain meneliti manfaat kesehatan latihan air pada populasi klinis dan dewasa. Akibatnya, pembaca sering memperoleh gambaran parsial yang kuat pada satu domain, tetapi kurang utuh ketika ingin memahami renang sebagai sistem performa yang menyatu. Secara inferensial, kebutuhan utama bidang ini adalah sintesis lintas domain yang mampu menjelaskan hubungan antara teknik, beban latihan, kondisi fisik, dan risiko cedera dalam satu kerangka analitis (Barbosa et al., 2023).

Tinjauan pustaka singkat menunjukkan bahwa intervensi darat, seperti *strength training*, *core training*, dan *inspiratory muscle training*, cenderung memberi hasil terbaik ketika diarahkan secara spesifik terhadap karakter tuntutan gaya dan nomor lomba. Sebaliknya, temuan terkait manfaat kesehatan dari latihan air lebih kuat pada indikator fungsi fisik, keseimbangan, dan kualitas hidup dibandingkan pada parameter performa kompetitif. Perbedaan orientasi ini penting karena renang kompetitif dan renang sebagai aktivitas kesehatan sering diperlakukan seolah-olah identik, padahal tujuan, intensitas, dan konsekuensi latihannya berbeda. Faíl dkk. menunjukkan bahwa efek latihan air paling konsisten muncul pada fungsi fisik dan kesejahteraan umum, bukan semata-mata pada hasil lomba (Faíl et al., 2022).

Berdasarkan peta bukti tersebut, artikel ini mengajukan dua pertanyaan utama. Pertama, faktor apa yang paling konsisten menjelaskan performa renang pada level teknik, fisik, dan fisiologis? Kedua, bagaimana literatur terbaru menjelaskan hubungan antara latihan spesifik renang, pencegahan cedera, dan manfaat kesehatan? Hipotesis kerja yang diajukan adalah bahwa performa renang paling baik dijelaskan oleh integrasi determinan biomekanika dan

kekuatan spesifik, sementara manfaat kesehatan akan lebih menonjol pada konteks latihan air yang terstruktur dan berintensitas moderat hingga tinggi (Hermosilla et al., 2021). Tujuan penelitian ini adalah menyusun tinjauan kritis yang koheren tentang olahraga renang berdasarkan literatur ilmiah terkini, lalu mengekstraksi implikasi praktis bagi atlet, pelatih, fisioterapis, dan peneliti. Dengan pendekatan ini, artikel diharapkan tidak berhenti pada deskripsi manfaat renang, tetapi juga menjelaskan mengapa manfaat itu muncul, kapan transfer latihan terjadi, dan di titik mana risiko cedera menjadi lebih dominan daripada keuntungan adaptasi (McKenzie et al., 2023).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *structured literature review* dengan pendekatan sintesis tematik untuk mengkaji berbagai aspek olahraga renang. Kajian disusun secara sistematis ke dalam empat tema utama, yaitu performa dan biomekanika, intervensi latihan, cedera dan pemulihan, serta manfaat kesehatan. Pendekatan ini memungkinkan pembahasan bergerak secara terstruktur dari faktor-faktor yang memengaruhi performa hingga implikasi praktis yang dapat diterapkan dalam latihan dan pengembangan olahraga renang. Sumber data penelitian berupa 26 artikel jurnal yang diterbitkan pada periode 2021–2025 dan dipilih secara purposif berdasarkan relevansinya dengan renang, latihan air, dan performa atlet. Publikasi yang dianalisis mencakup berbagai kelompok populasi, seperti perenang muda, atlet kompetitif tingkat tinggi, triatlet, serta individu dewasa dan lanjut usia yang mengikuti program latihan berbasis air. Proses pengumpulan data dilakukan menggunakan matriks ekstraksi yang memuat informasi mengenai penulis, tahun publikasi, fokus penelitian, desain studi, karakteristik populasi, variabel utama, dan temuan penting dari setiap artikel.

Analisis data dilakukan melalui *thematic synthesis*, yaitu dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan temuan-temuan yang memiliki pola serupa ke dalam tema tertentu. Hasil kajian kemudian diklasifikasikan ke dalam empat domain utama, yaitu determinan performa, efektivitas latihan, risiko cedera, serta manfaat fisik dan psikologis. Kesimpulan penelitian tidak diperoleh melalui perhitungan meta-analisis, melainkan melalui interpretasi kritis terhadap konsistensi temuan, perbedaan konteks penelitian, dan kedalaman bukti yang disajikan oleh berbagai publikasi yang dianalisis.

HASIL DAN DISKUSI

Sintesis pertama menunjukkan bahwa renang berprestasi tinggi dibangun oleh hubungan timbal balik antara antropometri dan pola gerak. Perenang dengan tinggi badan, rentang lengan, dan proporsi tubuh yang mendukung memiliki keuntungan mekanis yang nyata karena dapat menghasilkan *stroke length* lebih efisien serta mengurangi kehilangan energi pada tiap siklus. Namun, literatur modern menolak pandangan deterministik yang menyederhanakan sukses hanya pada tubuh yang besar. Yang lebih penting adalah bagaimana ukuran tubuh itu diubah menjadi efisiensi propulsi melalui koordinasi yang stabil dan ekonomis. Kesimpulan ini kuat pada kajian perenang muda, karena kematangan biologis, teknik, dan adaptasi latihan sering berkembang pada laju yang tidak seragam (Alves et al., 2022).

Kajian sistematis terhadap perenang muda memperkuat pandangan bahwa antropometri, biomekanika, energetika, dan efisiensi harus dibaca sebagai satu sistem. Studi tersebut menunjukkan bahwa tinggi badan dan panjang lengan lebih konsisten berhubungan dengan performa front crawl dibandingkan dengan sebagian besar gaya lain, tetapi hubungan itu tetap dimediasi oleh kualitas teknik dan fase pertumbuhan. Artinya, keunggulan morfologis hanya bernilai apabila pelatih mampu mengkonversinya menjadi pola *stroke* yang stabil. Di sini, pencarian bakat tidak cukup mengukur tubuh, melainkan juga harus membaca respons perenang terhadap beban teknik dan ritme latihan yang berulang (Morais et al., 2021).

Di ranah latihan darat, bukti terbaru cenderung sejalan bahwa *strength training* memberi transfer positif ke performa renang, terutama ketika volumenya rendah hingga sedang namun kualitas kontraksi dan orientasi gerakannya tinggi. Tinjauan meta-analitik Fone dkk. memperlihatkan bahwa kombinasi latihan renang dengan latihan kekuatan di darat lebih menguntungkan daripada renang saja. Temuan ini penting karena menandakan bahwa tubuh perenang tidak hanya perlu kuat, tetapi perlu kuat dalam pola yang sesuai dengan kebutuhan propulsi di air. Dengan kata lain, prinsip spesifisitas tetap dominan, tetapi bukan dalam arti sempit yang menolak semua bentuk latihan lintas moda (Fone et al., 2022).

Core training memberi penjelasan yang lebih spesifik tentang bagaimana transfer kekuatan terjadi. Uji acak pada perenang muda menunjukkan bahwa program *core* selama enam minggu mampu memperbaiki karakteristik neuromuskular sekaligus menurunkan waktu 50 meter gaya bebas. Secara mekanistik, hasil itu masuk akal karena batang tubuh menjadi jalur transmisi gaya antara anggota atas dan bawah. Saat stabilitas *trunk* meningkat, kebocoran energi pada fase rotasi dan respirasi cenderung berkurang, sehingga propulsi menjadi lebih efisien. Walau demikian, efek ini tampak paling jelas pada sprint pendek, sehingga perlu kehati-hatian ketika menggeneralisasikan temuan yang sama ke nomor jarak menengah atau

jarak jauh (Khiyami et al., 2022). Latihan otot inspirator memperluas diskusi tentang performa renang karena olahraga ini menempatkan sistem pernapasan di bawah tuntutan ritmis yang khas. Pada perenang terlatih, *inspiratory muscle strength training* meningkatkan *maximal inspiratory mouth pressure* dan memperbaiki performa renang, khususnya ketika intensitas latihan cukup tinggi. Secara praktis, hasil ini menegaskan bahwa kapasitas respirasi bukan sekadar isu pendukung, melainkan komponen performa yang dapat dilatih secara spesifik. Implikasi terkuatnya muncul pada nomor sprint dan fase akhir lomba ketika kontrol napas dan toleransi kelelahan menjadi pembeda tipis antara perenang yang setara (Ohya et al., 2022).

Intervensi berbasis umpan balik juga layak dicermati karena renang adalah cabang dengan kesalahan teknik yang sering berlangsung cepat dan sulit dirasakan atlet. Studi tentang *knowledge of results* dan *change-oriented feedback* menunjukkan bahwa umpan balik yang terarah mampu memperbaiki performa *repeated-sprint swimming*. Secara kritis, hasil ini mengisyaratkan bahwa kualitas informasi yang diterima atlet sama pentingnya dengan volume latihan itu sendiri. Pelatih tidak hanya berperan sebagai pengatur beban, tetapi juga sebagai arsitek persepsi yang membantu atlet mengenali kesalahan kecil sebelum menjadi pola yang mengakar (Doma et al., 2022). Kekuatan temuan serupa muncul pada fase *start* dan *turn*. Analisis biomekanika pada perenang elite menunjukkan bahwa *outcome kinetics* di atas *block*, kecepatan lepasan, dan efisiensi transisi ke fase *underwater* berkorelasi erat dengan performa 15 meter awal. Dalam konteks lomba jarak pendek, ini berarti perbedaan kecil pada waktu reaksi, sudut lepas, dan penggunaan gaya dorong dapat menentukan posisi sejak awal. Interpretasi pentingnya adalah bahwa start bukan unsur pembuka yang netral, melainkan bagian performa yang mempunyai kontribusi kompetitif sendiri (Thng et al., 2024).

Bukti tentang *turn performance* memperkuat argumen bahwa renang kompetitif harus dipahami sebagai rantai fase yang saling bergantung. Tinjauan sistematis terhadap program *dry-land* untuk *turn* menunjukkan bahwa latihan *plyometric*, *strength*, *ballistic*, dan *core* dapat mendukung kualitas *turn*, terutama ketika diterapkan secara terencana dan tidak berdiri sendiri. Artinya, *turn* tidak boleh diperlakukan sebagai transisi pasif, melainkan sebagai momen transfer momentum yang memerlukan daya ledak, kontrol tubuh, dan orientasi ruang yang tinggi. Pada nomor *sprint*, nilai tambah *turn* sering kali lebih besar daripada perbedaan teknis kecil pada fase berenang lurus (Hermosilla et al., 2021).

Pada level kompetisi *elite*, *benchmarks start* dan *turn* memperlihatkan bahwa performa terbaik lahir dari kombinasi kemampuan eksplosif dan kemampuan mempertahankan kualitas teknis di bawah tekanan kompetisi. Kajian ini penting karena menggeser fokus dari sekadar hasil akhir ke mekanisme perantara, seperti kecepatan mendorong dari *block*, efisiensi

underwater, dan kemampuan menahan kehilangan kecepatan saat transisi. Bagi pelatih, temuan tersebut berarti bahwa evaluasi performa seharusnya tidak berhenti pada waktu *finish*, melainkan memotret setiap subfase yang menyumbang selisih waktu sekecil apa pun (Born et al., 2024).

Propulsi *front crawl* tetap menjadi inti perdebatan biomekanika renang. Kajian *hydrodynamic* terbaru menunjukkan bahwa *resistive force* meningkat tajam seiring kenaikan kecepatan, sehingga teknik yang efisien harus mampu menekan *drag* sekaligus memaksimalkan hasil dorong. Studi mengenai fase *stroke cycle* juga menegaskan bahwa *entry* dan *push* sering menjadi fase paling *propulsif*, sedangkan *recovery* cenderung resistif. Dari sini terlihat bahwa efisiensi renang bukan sekadar hasil dari lengan yang bergerak cepat, melainkan dari sinkronisasi fase yang mengarahkan gaya ke depan sambil meminimalkan hambatan lateral dan vertikal (Takagi et al., 2023).

Analisis yang lebih mikro atas siklus *stroke* menegaskan bahwa penentuan fase propulsif tidak dapat disederhanakan menjadi satu titik saja. Pada *front crawl* 200 meter, fase *velocity* yang lebih tinggi berasosiasi dengan performa yang lebih baik, tetapi nilai tersebut menurun seiring akumulasi jarak. Temuan ini memberi pesan bahwa teknik yang stabil lebih penting daripada ledakan kecepatan sesaat. Perenang yang unggul bukan hanya yang cepat pada 50 meter pertama, tetapi yang mampu mempertahankan *overlap* fase yang menguntungkan hingga menjelang akhir lomba. Di sini, konsistensi gerak menjadi indikator efisiensi yang tidak kalah penting dari kecepatan puncak (Psycharakis & Coleman, 2024).

Peran analisis biomekanika dalam pelatihan modern kini semakin sentral. Barbosa et al., menempatkan analisis biomekanika sebagai penghubung antara data lapangan, video, dan keputusan latihan. Pandangan ini penting karena renang adalah cabang yang sangat sensitif terhadap detail kecil, mulai dari pola masuk tangan, posisi kepala, hingga irama napas. Tanpa analisis yang sistematis, pelatih mudah terjebak pada intuisi semata. Sebaliknya, ketika data biomekanika dipakai secara rutin, koreksi teknik dapat diarahkan pada variabel yang benar-benar memengaruhi performa, bukan pada asumsi yang belum teruji (Barbosa et al., 2023).

Pada kelompok perenang muda, hubungan antara *stroke mechanics* dan performa terlihat semakin kompleks karena faktor pertumbuhan memodulasi semua variabel sekaligus. Perenang yang lebih tinggi dan memiliki rentang lengan lebih panjang cenderung memperoleh keuntungan dalam *front crawl*, tetapi keuntungan itu tidak otomatis muncul pada setiap gaya. Kesulitan metodologis utamanya adalah bahwa perkembangan biologis, jam latihan, dan penguasaan teknik sering bercampur dalam satu periode observasi. Oleh sebab itu, interpretasi pada perenang anak dan remaja harus lebih hati-hati daripada pada atlet dewasa yang sudah

lebih stabil dari sisi *maturase* (Alves et al., 2022). Studi pada *elite breaststroke swimmers* menegaskan bahwa kekuatan di darat, rentang gerak, dan antropometri memiliki hubungan nyata dengan *velocity* serta efisiensi propulsi. Temuan ini penting karena *breaststroke* sering dianggap gaya yang paling teknis sekaligus paling sensitif terhadap komposisi tubuh dan mobilitas sendi. Artinya, program latihan untuk gaya ini tidak cukup menambah volume berenang. Atlet juga perlu dukungan *mobility* dan *power training* yang spesifik, terutama pada pinggul, bahu, dan *trunk*, agar gaya dorong dapat diterjemahkan menjadi laju maju yang lebih tinggi (Nicol et al., 2022).

Evaluasi *real-time* terhadap kesalahan ekstremitas atas menunjukkan bahwa pengamatan pinggir kolam dapat mendekati akurasi video untuk beberapa jenis error. Nilai ini penting karena tidak semua klub memiliki akses rutin ke analisis video canggih. Namun, temuan tersebut juga memperlihatkan bahwa simplifikasi tidak boleh dilakukan berlebihan. *Poolside assessment* efektif untuk skrining cepat, tetapi video tetap lebih unggul ketika pelatih ingin mendiagnosis pola teknik yang halus. Dalam praktik harian, kombinasi keduanya lebih logis daripada memilih salah satu secara eksklusif (Pollen et al., 2022).

Risiko cedera pada perenang kompetitif paling konsisten terpusat pada bahu. Tinjauan sistematis McKenzie et al., menunjukkan bahwa *acute-to-chronic workload ratio* yang tinggi dan rendahnya *posterior shoulder strength endurance* berkaitan dengan cedera. Temuan ini mendukung gagasan bahwa masalah bahu bukan hanya akibat gerakan berulang, tetapi juga akibat ketidakseimbangan antara kapasitas jaringan dan tuntutan beban. Konsekuensinya, pemantauan beban harus dibaca bersama profil kekuatan lokal, bukan sebagai angka latihan yang berdiri sendiri (McKenzie et al., 2023).

Cedera punggung bawah juga layak ditempatkan sebagai isu penting, terutama pada perenang yang mengandalkan hiperextensi dan rotasi berulang. Tinjauan naratif terbaru menjelaskan bahwa konfigurasi teknik, volume latihan, dan tuntutan start maupun turn dapat memperberat nyeri lumbal. Di sisi lain, tidak semua gejala punggung bawah berarti perenang harus berhenti total. Yang lebih relevan adalah modifikasi beban, penguatan *posterior chain*, dan pengawasan teknik agar beban pada struktur lumbal tidak terus menumpuk. Pendekatan ini lebih sesuai dengan kebutuhan performa jangka panjang daripada istirahat reaktif yang sering terlalu lama (Hsu et al., 2024).

Tinjauan scoping tentang swimming untuk *low back pain* menambah nuansa klinis yang penting. Bagi sebagian pasien, renang dapat menjadi aktivitas yang menurunkan rasa sakit karena sifatnya yang *low-impact*, tetapi responsnya tetap bergantung pada gaya yang dipilih dan toleransi individual. Implikasi kritisnya adalah bahwa renang tidak seharusnya

dipromosikan sebagai solusi universal untuk nyeri punggung. Beberapa gaya dapat membantu, sedangkan gaya lain justru dapat memperparah keluhan bila kontrol lumbopelvik lemah. Seleksi gaya dan intensitas menjadi faktor yang menentukan (Wareham et al., 2024). Dari sisi kesehatan psikologis, *aquatic exercise* menunjukkan efek yang cukup konsisten dalam menurunkan gejala cemas dan gangguan mood. Meta-analisis Tang et al., memperlihatkan bahwa latihan air berpotensi menjadi intervensi yang relevan untuk kesehatan mental, terutama karena kombinasi antara aktivitas fisik, dukungan lingkungan, dan persepsi kenyamanan di air. Walau demikian, manfaat ini lebih tepat dipahami sebagai efek aditif dari aktivitas fisik yang terstruktur, bukan semata-mata akibat keberadaan air itu sendiri. Kualitas program tetap menjadi penentu utama (Tang et al., 2022).

Scoping review Jackson et al., memperluas argumen tersebut dengan menunjukkan bahwa *aquatic exercise* cenderung memberi perubahan positif pada kesehatan mental, walaupun desain studi yang ada masih beragam. Hal ini menandakan bahwa latihan air bukan hanya arena fisik, tetapi juga lingkungan yang dapat menurunkan hambatan psikologis terhadap aktivitas. Pada individu yang takut cedera, tidak nyaman dengan beban berat, atau memiliki keterbatasan fungsi, air sering menjadi medium yang lebih dapat diterima. Namun, bukti yang ada masih perlu distandarkan agar parameter dosis dan responsnya bisa dibandingkan secara lebih presisi (Jackson et al., 2022).

Pada populasi dewasa dengan atau tanpa penyakit kronis, manfaat *aquatic exercise* paling jelas tampak pada fungsi fisik, keseimbangan, kualitas hidup, dan kapasitas aerobik. *Review* meta-analitik Faíl et al., menegaskan bahwa latihan air efektif sebagai pilihan aktivitas yang low-impact namun tetap adaptif. Bagi populasi klinis, keunggulan ini sangat relevan karena air memungkinkan latihan yang lebih aman pada sendi sekaligus tetap memberikan stimulus kardiorespirasi. Dari perspektif kesehatan masyarakat, renang dan latihan air dapat berfungsi sebagai jembatan antara rehabilitasi dan aktivitas fisik jangka Panjang (Faíl et al., 2022).

Bukti pada lansia semakin memperjelas bahwa *aquatic exercise* tidak boleh direduksi sebagai aktivitas rekreasi semata. Meta-analisis Buitrago-Restrepo et al., menunjukkan peningkatan performa fisik pada orang tua, yang mencakup parameter seperti kekuatan, keseimbangan, dan fungsi gerak dasar. Temuan ini penting karena menunjukkan adanya area irisan antara olahraga renang, pencegahan penurunan fungsi, dan strategi penuaan aktif. Dengan program yang tepat, air dapat menjadi lingkungan yang memungkinkan latihan tetap berlangsung meski kapasitas muskuloskeletal mulai menurun (Buitrago-Restrepo et al., 2024).

Perbandingan antara *aquatic-based exercise* dan *land-based exercise* pada keseimbangan lansia menunjukkan bahwa air sering memberi keunggulan pada kelompok yang membutuhkan stimulus aman dan terkontrol. Namun, kelebihan tersebut tidak otomatis menghapus kebutuhan latihan darat. Justru, hasil terbaik tampak ketika program dipilih berdasarkan tujuan klinis, risiko jatuh, dan tingkat toleransi peserta. Dalam konteks ini, air berperan sebagai medium yang mengurangi tekanan mekanis, bukan pengganti total semua bentuk latihan lain (Deng et al., 2024). Pada kelompok dengan gangguan muskuloskeletal kronis, *aquatic exercise* juga dilaporkan efektif karena dapat menurunkan beban sendi tanpa menghilangkan stimulus latihan. *Review* terbaru tentang gangguan muskuloskeletal kronis menekankan bahwa lingkungan air membantu pasien berlatih dengan intensitas yang lebih bermakna tanpa memicu keluhan yang berlebihan. Secara konseptual, ini menjelaskan mengapa renang sering dipilih sebagai bentuk aktivitas yang bisa dipertahankan dalam jangka panjang. Kelebihan terbesar renang adalah kemampuan menyeimbangkan keamanan biomekanik dan tuntutan metabolic (Wang et al., 2023).

Pada renang *open water*, tuntutan performa meluas melampaui aspek teknik murni. Analisis konsumsi suplemen pada *open water swimmers* menunjukkan prevalensi penggunaan yang tinggi dan pola yang berkaitan dengan level kompetitif. Hal ini masuk akal karena *open water* menambah tantangan termoregulasi, durasi lomba yang lebih lama, serta kebutuhan energi yang lebih kompleks. Meski demikian, penggunaan suplemen tetap harus dibaca secara kritis. Tingginya konsumsi tidak otomatis berarti semua produk memiliki manfaat yang sama atau aman untuk digunakan secara rutin (Jiménez-Alfageme et al., 2022). Perbandingan *performa open water* dan *pool conditions* pada *triathlete elite* memberi gambaran bahwa lingkungan lomba mengubah beban fisiologis dan kinematik secara bermakna. Pada *open water*, orientasi ruang, gelombang, dan dinamika kelompok menambah variabilitas performa. Artinya, renang *open water* bukan hanya versi berbeda dari renang kolam, tetapi sebuah domain yang menuntut *strategi pacing*, navigasi, dan pengelolaan energi yang lebih adaptif. Pelatih yang menangani perenang *open water* perlu mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam periodisasi, bukan hanya ke dalam simulasi lomba (López-Belmonte et al., 2024).

Pada sisi *longitudinal*, studi tentang perubahan *force*, *performance*, *kinematics*, dan *anthropometrics* selama satu musim menunjukkan bahwa perkembangan perenang muda tidak linear. Beberapa variabel meningkat, tetapi respons individu sangat beragam. Ini menegaskan bahwa *monitoring* berkala jauh lebih berguna daripada hanya menilai atlet pada satu titik waktu. Bagi pembinaan usia dini, pendekatan *longitudinal* membantu pelatih membedakan antara perubahan yang memang adaptif dan fluktuasi yang muncul akibat pertumbuhan

biologis (Santos et al., 2024). Akhirnya, studi tentang *injury patterns and frequency in swimming* menegaskan bahwa frekuensi dan pola cedera tidak dapat dipahami hanya dari satu jenis gaya. Cedera pada bahu, punggung bawah, lutut, dan pergelangan kaki muncul dengan distribusi yang berbeda menurut teknik dan beban. Namun, bahu tetap mendominasi sebagai lokasi paling rentan, terutama pada atlet yang volume renangnya tinggi. Konsekuensinya, program pencegahan harus spesifik terhadap gaya, jarak, dan fase latihan, bukan generik untuk semua perenang (Fernández-Galván et al., 2025).

Tabel 1. Sintesis studi kunci dan implikasi utama

Tema	Jenis Studi	Temuan Inti	Implikasi
Antropometri perenang muda	Tinjauan sistematis	Tinggi badan dan rentang lengan konsisten mendukung stroke length dan efisiensi.	Seleksi bakat perlu dipadukan dengan evaluasi teknik. (Alves et al., 2022)
Determinasi performa	Tinjauan naratif sistematis	Performa bergantung pada antropometri, biomekanika, energetika, dan efisiensi.	Latihan harus dibangun sebagai sistem, bukan komponen terpisah. (Morais et al., 2021)
Strength training	Meta-analisis	Latihan kekuatan darat memberi transfer positif ke performa renang.	Program dryland perlu spesifik terhadap nomor lomba. (Fone et al., 2022)
Core training	Uji acak terkontrol	Core training memperbaiki neuromuskular dan waktu 50 m.	Core training relevan untuk sprint dan stabilitas trunk. (Khiyami et al., 2022)
Inspiratory muscle training	Uji intervensi	IMST meningkatkan MIP dan performa renang.	Latihan napas layak menjadi bagian periodisasi. (Ohya et al., 2022)
Start performance	Studi biomekanika	Outcome kinetics di block sangat terkait performa 15 m.	Start harus dipantau sebagai unit performa. (Thng et al., 2024)
Turn performance	Tinjauan sistematis	Latihan plyometric, ballistic, dan core mendukung turn.	Turn perlu dilatih sebagai fase eksplosif. (Hermosilla et al., 2021)
Front crawl propulsion	Review biomekanika	Drag naik tajam bersama kecepatan; push dan entry sangat propulsif.	Teknik efisien lebih penting daripada sekadar cepat. (Takagi et al., 2023)
Shoulder injury	Tinjauan sistematis	Beban akut-kronis dan endurance posterior shoulder terkait cedera.	Load management wajib berjalan bersamaan dengan penguatan bahu. (McKenzie et al., 2023)
Mental health	Meta-analisis dan scoping review	Aquatic exercise cenderung menurunkan gejala mood dan anxiety.	Renang dapat mendukung intervensi kesehatan mental. (Tang et al., 2022)

Tabel di atas menunjukkan bahwa bukti paling kuat tidak berhenti pada hasil lomba, tetapi menjalar ke konstruk teknik, beban latihan, dan pencegahan cedera.

Tabel 2. Implikasi praktis menurut domain

Domain	Arah Praktik	Alasan Utama
Teknik	Gunakan video dan observasi poolside secara komplementer.	Kesalahan kecil sering menentukan efisiensi stroke dan dapat lolos bila hanya mengandalkan intuisi.
Latihan darat	Prioritaskan strength, core, dan inspiratory training yang spesifik nomor.	Transfer positif paling besar muncul saat latihan selaras dengan tuntutan performa.
Start dan turn	Evaluasi setiap subfase secara berkala dalam sprint training.	Selisih waktu kecil pada subfase awal sangat menentukan hasil akhir.
Cedera	Pantau beban akut-kronis dan endurance posterior shoulder.	Cedera bahu dan punggung bawah muncul ketika kapasitas jaringan tertinggal dari tuntutan.
Kesehatan	Gunakan aquatic exercise sebagai pilihan low-impact untuk dewasa dan lansia.	Air membantu menjaga stimulus latihan tanpa membebani sendi secara berlebihan.

Implikasi praktis ini penting karena renang modern menuntut keseimbangan antara efisiensi performa, keselamatan jaringan, dan keberlanjutan latihan. Secara kritis, literatur 2021-2025 masih menunjukkan ketimpangan fokus. Bukti performa teknik sangat kuat pada *front crawl*, *start*, dan *turn*, tetapi studi pada gaya lain, jarak menengah, dan perempuan *elite* masih lebih terbatas. Ketimpangan ini membuat generalisasi ke seluruh cabang renang harus dilakukan dengan hati-hati. Penelitian masa depan perlu memperluas sampel dan menstandarkan variabel *outcome* agar hasil antar studi lebih mudah dibandingkan (Takagi et al., 2023). Keterbatasan berikutnya terletak pada heterogenitas desain intervensi. Durasi program, frekuensi sesi, intensitas, dan karakter peserta sering berbeda jauh antarpublikasi. Hasil yang tampak konsisten di *sprint* belum tentu bertahan pada nomor *endurance*. Karena itu, jawaban paling jujur dari literatur saat ini adalah bahwa renang merespons latihan spesifik dengan baik, tetapi besaran transfernya bergantung pada dosis dan konteks (Fone et al., 2022).

Perspektif pembinaan jangka panjang, data longitudinal jauh lebih bernilai daripada potongan *cross-sectional*. Atlet muda yang tampak unggul pada satu musim belum tentu mempertahankan keunggulan itu setelah fase pertumbuhan berubah. Oleh sebab itu, evaluasi berulang terhadap *force*, *kinematics*, dan *antropometrics* seharusnya menjadi praktik standar dalam pembinaan. Pendekatan ini membantu pelatih membedakan bakat nyata dari akselerasi perkembangan sementara (Santos et al., 2024). Pada akhirnya, olahraga renang harus dipahami sebagai sistem adaptasi multi-level. Di level mikro, teknik *stroke* dan koordinasi napas menentukan efisiensi. Di level meso, latihan darat, *core*, dan *feedback* membentuk kapasitas

performa. Di level makro, beban musim, risiko cedera, dan tujuan kesehatan menentukan apakah atlet mampu bertahan dalam program latihan secara berkelanjutan. Kerangka ini lebih kuat daripada narasi tunggal yang hanya menekankan endurance atau kekuatan (Barbosa et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis literatur terbaru, olahraga renang terbukti memiliki karakter yang sangat multidimensional. Performa tidak ditentukan oleh satu variabel dominan, tetapi oleh hubungan antara antropometri, biomekanika, kapasitas fisik, dan efisiensi gerak. Intervensi yang paling menjanjikan adalah program latihan yang disesuaikan dengan karakteristik gaya renang, nomor pertandingan, dan tingkat kemampuan atlet. Oleh karena itu, aspek *start*, *turn*, dan fase propulsi *front crawl* perlu memperoleh perhatian yang setara dengan sesi latihan renang utama karena memberikan kontribusi yang signifikan terhadap hasil perlombaan. Selain itu, bahu dan punggung bawah tetap menjadi bagian tubuh yang paling rentan mengalami cedera sehingga memerlukan pemantauan kondisi fisik dan beban latihan secara berkala.

Secara aplikatif, pelatih perlu mengintegrasikan latihan di air dengan *strength training*, *core training*, dan *inspiratory muscle training* yang dirancang secara spesifik sesuai kebutuhan atlet. Fisioterapis dan tenaga medis olahraga juga perlu menjadikan pencegahan cedera sebagai bagian dari periodisasi latihan, bukan sekadar tindakan rehabilitatif setelah cedera terjadi. Sementara itu, bagi masyarakat umum dan kelompok lanjut usia, *aquatic exercise* layak dipertahankan sebagai alternatif aktivitas fisik *low-impact* yang efektif untuk meningkatkan kebugaran, fungsi fisik, serta kualitas hidup. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mensintesis artikel yang diterbitkan pada periode 2021–2025 dan dipengaruhi oleh heterogenitas desain penelitian, karakteristik partisipan, serta indikator performa yang digunakan pada setiap studi. Kondisi tersebut menyebabkan hasil sintesis perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan belum dapat digeneralisasikan untuk seluruh populasi atlet renang.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas cakupan literatur dengan melibatkan periode publikasi yang lebih panjang, menggunakan prosedur *Systematic Literature Review* yang mengacu pada pedoman PRISMA, serta mengombinasikannya dengan meta-analisis agar diperoleh estimasi kuantitatif mengenai besarnya pengaruh setiap faktor terhadap performa renang. Selain itu, penelitian di masa mendatang perlu memberikan perhatian yang lebih besar pada atlet perempuan elite, gaya renang yang masih jarang diteliti, kelompok usia yang berbeda, serta perbandingan performa

berdasarkan lingkungan dan tingkat kompetisi. Kajian longitudinal mengenai efektivitas integrasi latihan fisik, teknik, psikologis, dan pencegahan cedera juga diperlukan untuk menghasilkan model pembinaan atlet yang lebih komprehensif, berbasis bukti ilmiah, dan mampu mendukung peningkatan prestasi secara berkelanjutan (Faíl et al., 2022).

REFERENSI

- Alves, M., Carvalho, D. D., Fernandes, R. J., & Vilas-Boas, J. P. (2022). How Anthropometrics of Young and Adolescent Swimmers Influence Stroking Parameters and Performance? A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2543. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052543>
- Arellano Colomina, R., Ruiz Navarro, J. J., López Contreras, G., Morales Ortiz, E., Gay Párraga, A., López Belmonte, Ó., ... & Cuenca Fernández, F. (2022). Are the 50 m Race Segments Changed from Heats to Finals at the 2021 European Swimming Championships? *Frontiers in Physiology*, 13, 797367. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.797367>
- Barbosa, T. M., Barbosa, A. C., Simbaña Escobar, D., Mullen, G. J., Cossor, J. M., Hodierne, R., Arellano, R., & Mason, B. R. (2023). The Role of the Biomechanics Analyst in Swimming Training and Competition Analysis. *Sports Biomechanics*, 22(12), 1734-1751. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1960417>
- Born, D. P., Kuger, J., Polach, M., Romann, M., & Colleagues. (2024). Start and Turn Performances of Elite Male Swimmers: Benchmarks and Underlying Mechanisms. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1872693>
- Buitrago-Restrepo, C. M., Patiño-Villada, F. A., & Arango-Paternina, C. M. (2024). Effects of Aquatic Exercise on Physical Performance in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Aging and Physical Activity*. <https://doi.org/10.1123/japa.2023-0192>
- Deng, Y., Tang, Z., Yang, Z., Chai, Q., Lu, W., Cai, Y., ... & Zhou, Y. (2024). Comparing the Effects of Aquatic-Based Exercise and Land-Based Exercise on Balance in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*. <https://doi.org/10.1186/s11556-024-00349-4>
- Doma, K., Engel, A., Connor, J., & Gahreman, D. (2022). Effects of Knowledge of Results and Change-Oriented Feedback on Swimming Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(4), 556-561. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0227>
- Faíl, L. B., Marinho, D. A., Marques, E. A., Costa, M. J., Santos, C. C., Marques, M. C., Izquierdo, M., & Neiva, H. P. (2022). Benefits of Aquatic Exercise in Adults with and Without Chronic Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(3), 465-486. <https://doi.org/10.1111/sms.14112>
- Fernández-Galván, L. M., Alcain Sein, J., López-Nuevo, C., Sánchez-Sierra, A., Ladrián-Maestro, A., & Sánchez-Infante, J. (2025). Injury Patterns and Frequency in Swimming: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 15(3), 1643. <https://doi.org/10.3390/app15031643>
- Fone, L., & van den Tillaar, R. (2022). Effect of Different Types of Strength Training on Swimming Performance and Dryland Strength-Power Characteristics. *Sports Medicine - Open*. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00410-5>

- Hermosilla, F., Sanders, R., Gonzalez-Mohino, F., Yustres, I., & Gonzalez-Rave, J. M. (2021). Effects of Dry-Land Training Programs on Swimming Turn Performance: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9340. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179340>
- Hsu, C., Krabak, B., Cunningham, B., & Borg-Stein, J. (2024). Swimming Anatomy and Lower Back Injuries in Competitive Swimmers: A Narrative Review. *Sports Health*, 16(6), 971-981. <https://doi.org/10.1177/19417381231225213>
- Jackson, M., Kang, M., Furness, J., & Kemp-Smith, K. (2022). Aquatic Exercise and Mental Health: A Scoping Review. *Complementary Therapies in Medicine*, 66, 102820. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102820>
- Jiménez-Alfageme, R., Domínguez, R., Sanchez-Oliver, A. J., Tapia-Castillo, P., Martínez-Sanz, J. M., & Sospedra, I. (2022). Analysis of the Consumption of Sports Supplements in Open Water Swimmers According to the Competitive Level. *Nutrients*, 14(24), 5211. <https://doi.org/10.3390/nu14245211>
- Khiyami, A., Nuhmani, S., Joseph, R., Abualait, T. S., & Muaidi, Q. (2022). Efficacy of Core Training in Swimming Performance and Neuromuscular Parameters of Young Swimmers: A Randomised Control Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(11), 3198. <https://doi.org/10.3390/jcm11113198>
- López-Belmonte, Ó., Ruiz-Navarro, J. J., Gay, A., Cuenca-Fernández, F., Arellano, R., & Cejuela, R. (2024). Swimming Performance in Elite Triathletes: Comparison Between Open Water and Pool Conditions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(8), e14702. <https://doi.org/10.1111/sms.14702>
- McKenzie, A., Larequi, S. A., Hams, A., Headrick, J., Whiteley, R., & Duhig, S. (2023). Shoulder Pain and Injury Risk Factors in Competitive Swimmers: A Systematic Review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(12), 2396-2412. <https://doi.org/10.1111/sms.14454>
- Morais, J. E., Barbosa, T. M., Forte, P., Silva, A. J., & Marinho, D. A. (2021). Young Swimmers' Anthropometrics, Biomechanics, Energetics, and Efficiency as Underlying Performance Factors: A Systematic Narrative Review. *Frontiers in Physiology*, 12, 691919. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.691919>
- Nicol, E., Pearson, S., Saxby, D., Minahan, C., & Tor, E. (2022). The Association of Range of Motion, Dryland Strength-Power, Anthropometry, and Velocity in Elite Breaststroke Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1222-1230. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0544>
- Ohya, T., Kusanagi, K., Koizumi, J., Ando, R., Katayama, K., & Suzuki, Y. (2022). Effect of Moderate- or High-Intensity Inspiratory Muscle Strength Training on Maximal Inspiratory Mouth Pressure and Swimming Performance in Highly Trained Competitive Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(3), 343-349. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0119>
- Pollen, T. R., Ebaugh, D., Mohring, J., Hutchinson, D., & Silfies, S. P. (2022). Is Real-Time Poolside Assessment of Upper Limb Errors in Front Crawl Swimming Technique Reliable and Equivalent To Video Analysis? *Journal of Sport Rehabilitation*, 32(1), 1-7. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0435>
- Psycharakis, S. G., & Coleman, S. G. S. (2024). Which Phases of the Stroke Cycle are Propulsive in Front Crawl Swimming? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 95(2), 325-333. <https://doi.org/10.1080/02701367.2023.2203724>
- Santos, C. C., Marinho, D. A., & Costa, M. J. (2024). Changes in Young Swimmers' In-Water Force, Performance, Kinematics, and Anthropometrics Over a Full Competitive Season. *Journal of Human Kinetics*. <https://doi.org/10.5114/jhk/183065>

- Takagi, H., Nakashima, M., Sengoku, Y., Tsunokawa, T., Koga, D., Narita, K., ... & Gonjo, T. (2023). How do Swimmers Control Their Front Crawl Swimming Velocity? Current Knowledge and Gaps from Hydrodynamic Perspectives. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1959946>
- Tang, Z., Wang, Y., Liu, J., & Liu, Y. (2022). Effects of Aquatic Exercise on Mood and Anxiety Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 1051551. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1051551>
- Thng, S., Pearson, S., Mitchell, L. J. G., Meulenbroek, C., & Keogh, J. W. L. (2024). On-Block Mechanistic Determinants of Start Performance in High Performance Swimmers. *Sports Biomechanics*, 23(5), 682-694. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1887342>
- Wang, T., Wang, J., Chen, Y., Ruan, Y., & Dai, S. (2023). Efficacy of Aquatic Exercise in Chronic Musculoskeletal Disorders. *BioMed Central*. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04417-w>
- Wareham, D. M., Fuller, J. T., Douglas, T. J., Han, C. S., & Hancock, M. J. (2024). Swimming for Low Back Pain: A Scoping Review. *Musculoskeletal Science and Practice*, 71, 102926. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2024.102926>