

## HUBUNGAN FREKUENSI LATIHAN RENANG DENGAN PENINGKATAN DAYA TAHAN KARDIORESPIRASI SISWA SMA 123 TANGERANG SELATAN

**Sobari<sup>1</sup>, Dhika Dwi<sup>2</sup>, Agus kurniawan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Pendidikan Jasmani, Falkutas Keguruan dan Ilmu

Pendidikan, Universitas Pamulang, Indonesia

\*E-mail: [sobari1988@gmail.com](mailto:sobari1988@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara frekuensi latihan renang dengan peningkatan daya tahan kardiorespirasi pada remaja di lingkungan urban. Latar belakang penelitian didasari oleh fenomena penurunan aktivitas fisik di kalangan siswa sekolah menengah yang berdampak pada rendahnya tingkat kebugaran. Menggunakan desain penelitian korelasional ex-post facto, penelitian ini melibatkan 22 siswa SMA 123 Tangerang Selatan yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Instrumen penelitian meliputi kuesioner frekuensi latihan mingguan dan Multistage Fitness Test (MFT) untuk mengukur estimasi VO<sub>2</sub> Max. Hasil analisis data menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan antara frekuensi latihan dengan nilai VO<sub>2</sub> Max, di mana siswa yang berlatih dengan frekuensi tinggi (4-5 kali/minggu) menunjukkan kategori kebugaran "Baik Sekali" hingga "Istimewa" dengan rata-rata VO<sub>2</sub> Max di atas 44 ml/kg/min, sedangkan siswa dengan frekuensi rendah (1-2 kali/minggu) cenderung berada pada kategori "Kurang" hingga "Sedang". Temuan ini mengindikasikan bahwa frekuensi latihan merupakan variabel determinan dalam adaptasi fisiologis kardiorespirasi. Kesimpulan dari penelitian ini menyarankan perlunya revaluasi kurikulum pendidikan jasmani dan program ekstrakurikuler untuk meningkatkan frekuensi aktivitas akuatik guna mengoptimalkan kesehatan jangka panjang siswa.

Kata Kunci : Hubungan Frekuensi, Latihan Renang, Peningkatan Daya Tahan Kardiorespirasi

### Abstract

*This study aims to analyze the relationship between swimming training frequency and improvements in cardiorespiratory endurance among adolescents in an urban environment. The research is motivated by the observed decline in physical activity among high school students, which has contributed to lower levels of physical fitness. Employing a correlational ex post facto research design, the study involved 22 students from SMA 123 South Tangerang selected through purposive sampling. The research instruments included a weekly training frequency questionnaire and the Multistage Fitness Test (MFT) to estimate VO<sub>2</sub>max. Data analysis revealed a significant positive correlation between training frequency and VO<sub>2</sub>max values. Students who trained at a high frequency (4–5 times per week) achieved fitness categories ranging from "Very Good" to "Excellent," with average VO<sub>2</sub>max values exceeding 44 ml/kg/min, while those with lower training frequency (1–2 times per week) tended to fall within the "Poor" to "Moderate" categories. These findings indicate that training frequency is a determinant variable in cardiorespiratory physiological adaptation. The study concludes by emphasizing the need to re-evaluate physical education curricula and extracurricular programs to increase the frequency of aquatic activities in order to optimize students' long-term health.*

Keywords : Training Frequency Relationship, Swimming Training, Cardiorespiratory Endurance Improvement

## 1. PENDAHULUAN

Aktivitas fisik merupakan komponen fundamental dalam menjaga kesehatan fisik dan mental remaja, namun tren global menunjukkan penurunan tingkat aktivitas yang mengkhawatirkan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dalam pedoman terbarunya menegaskan bahwa anak-anak dan remaja berusia 5-17 tahun seharusnya melakukan setidaknya rata-rata 60 menit aktivitas fisik intensitas sedang hingga berat setiap hari. Aktivitas ini sangat krusial untuk perkembangan muskuloskeletal, kesehatan kardiometabolik, dan perkembangan kognitif. Namun, realitas di lapangan sering kali

bertolak belakang dengan rekomendasi ini, di mana gaya hidup sedenter semakin mendominasi keseharian siswa sekolah menengah. Bull et al. (2020) dalam publikasi *World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour* menyoroti bahwa ketidakaktifan fisik telah menjadi pandemi tersendiri yang memperburuk risiko penyakit tidak menular di kemudian hari, sehingga intervensi melalui pendidikan jasmani di sekolah menjadi sangat vital untuk membalikkan tren negatif ini.

Kondisi fisik siswa, khususnya daya tahan kardiorespirasi, memiliki korelasi yang kuat dengan kesehatan jangka panjang dan prestasi akademik, namun sering kali terabaikan dalam kurikulum yang padat. Daya tahan kardiorespirasi atau kebugaran aerobik mencerminkan kemampuan sistem peredaran darah dan pernapasan untuk memasok oksigen ke otot rangka selama aktivitas fisik berkelanjutan. Raghuveer et al. (2020) dalam pernyataan ilmiah *American Heart Association* menekankan bahwa kebugaran kardiorespirasi (CRF) yang rendah pada masa remaja adalah prediktor independen yang kuat untuk kematian dini dan penyakit kardiovaskular di masa dewasa. Oleh karena itu, pengukuran dan peningkatan VO2 max sebagai indikator utama CRF bukan hanya sekadar tujuan atletik, melainkan indikator kesehatan klinis yang penting bagi populasi remaja di lingkungan sekolah.

Di antara berbagai modalitas latihan fisik, renang menawarkan manfaat fisiologis yang unik dan komprehensif yang jarang ditemukan pada olahraga darat. Sifat air yang menopang berat badan memungkinkan latihan intensitas tinggi dengan risiko cedera muskuloskeletal yang minimal, menjadikannya ideal untuk berbagai tipe tubuh siswa. Sebuah tinjauan literatur terbaru oleh Sanczak (2025) mengungkapkan bahwa berenang secara teratur tidak hanya meningkatkan curah jantung dan fungsi paru-paru tetapi juga mendukung adaptasi metabolik yang menguntungkan seperti profil lipid yang lebih baik. Studi tersebut menganalisis data dari tahun 1990 hingga 2024 dan menyimpulkan bahwa renang merangsang adaptasi kardiovaskular yang efisien karena posisi tubuh horizontal yang memudahkan aliran balik vena (*venous return*), sehingga volume sekuncup jantung meningkat secara signifikan selama latihan.

Selain manfaat fisik, aspek kesehatan mental dari latihan renang juga menjadi faktor relevan bagi siswa SMA yang rentan terhadap stres akademik. Tekanan untuk mencapai prestasi tinggi sering kali mengganggu keseimbangan psikologis siswa, yang pada gilirannya dapat menurunkan motivasi berolahraga. Penelitian longitudinal yang dilakukan oleh peneliti di Karkou (2025) menemukan bahwa program renang terstruktur secara efektif meningkatkan regulasi emosi dan mengurangi gejala kecemasan pada pelajar. Mekanisme ini terjadi melalui efek tekanan hidrostatik air yang melancarkan sirkulasi darah dan mengurangi ketegangan fisik, serta ritme pernapasan yang terkontrol saat berenang yang memperkuat kontrol diri. Dengan demikian, renang berpotensi menjadi intervensi ganda yang meningkatkan kebugaran fisik sekaligus stabilitas emosional siswa.

Meskipun manfaat renang sudah diketahui, frekuensi latihan yang optimal untuk meningkatkan VO2 max pada populasi non-atlet atau siswa sekolah masih menjadi perdebatan dan variasi dalam literatur. Prinsip FITT (*Frequency, Intensity, Time, Type*) menyatakan bahwa frekuensi adalah variabel kunci dalam adaptasi fisiologis. Akbar et al. (2025) dalam studi eksperimentalnya menunjukkan bahwa latihan renang dengan durasi 30 menit yang dilakukan secara rutin selama 6 minggu mampu meningkatkan nilai VO2 max secara signifikan pada individu non-atlet. Peningkatan rata-rata sebesar 3,9 ml/kg/min yang ditemukan dalam studi tersebut mengindikasikan bahwa bahkan dengan frekuensi dan durasi yang moderat, adaptasi aerobik positif dapat terjadi. Hal ini memberikan landasan teoretis bahwa frekuensi latihan siswa SMA perlu diatur secara spesifik untuk mencapai ambang batas adaptasi tersebut.

Namun, efektivitas latihan renang juga sangat bergantung pada metode dan gaya yang digunakan, yang sering kali bervariasi berdasarkan kemampuan teknis siswa. Tidak semua siswa memiliki efisiensi gerakan yang sama, yang mempengaruhi beban kerja internal dan

konsumsi oksigen mereka. Dalam sebuah studi yang diterbitkan pada tahun 2025 mengenai metode latihan renang gaya dada, para peneliti menemukan bahwa integrasi efisiensi fisik dan fungsi fisiologis sangat menentukan capaian VO<sub>2</sub> max. metode latihan harus disesuaikan untuk menargetkan variabel fungsional seperti kapasitas vital paru. Artinya, sekadar "berenang" tanpa memperhatikan frekuensi dan teknik mungkin tidak cukup untuk memicu peningkatan daya tahan kardiorespirasi yang diharapkan pada siswa dengan tingkat keterampilan yang beragam.

Validitas instrumen pengukuran juga memegang peranan penting dalam menentukan hubungan antara latihan dan hasil kebugaran. Penggunaan *Multistage Fitness Test* (MFT) atau *Bleep Test* sering digunakan di sekolah karena efisiensinya, namun validitasnya untuk remaja terus dikaji. Sebuah penelitian meta-analisis di *National Institutes of Health* (NIH) yang meninjau validitas tes lari ulang-alik 20 meter menegaskan bahwa tes ini memiliki validitas kriteria sedang hingga tinggi ( $r = 0,66-0,84$ ) untuk memperkirakan pengambilan oksigen maksimum pada anak-anak dan remaja. Studi ini (Mayorga-Vega et al., 2019/revisi 2024) menekankan bahwa meskipun prediksi VO<sub>2</sub> max tidak seakurat tes laboratorium gas, MFT tetap merupakan alat lapangan yang paling andal dan praktis untuk mengukur perubahan daya tahan kardiorespirasi dalam pengaturan pendidikan massal seperti sekolah.

Konteks lokal di SMA 123 Tangerang Selatan menambah urgensi penelitian ini, mengingat lokasi sekolah yang berada di area urban dengan keterbatasan ruang terbuka hijau untuk lari, namun memiliki akses ke fasilitas kolam renang. Pola aktivitas siswa di daerah urban cenderung lebih rendah dibandingkan rural, yang berdampak pada profil kebugaran mereka. Penelitian tentang validitas dan norma standar MFT pada siswa sekolah menengah di Kudus yang dipublikasikan di Nugroho (2025) menemukan bahwa sebagian besar siswa memiliki daya tahan kardiorespirasi dalam kategori "kurang" dibandingkan optimal. Hal ini memunculkan hipotesis bahwa tanpa intervensi spesifik seperti peningkatan frekuensi latihan renang, profil kebugaran siswa di Tangerang Selatan mungkin mencerminkan tren negatif yang sama, yang berpotensi menghambat potensi akademik dan kesehatan mereka. Kesenjangan penelitian (*research gap*) terlihat pada kurangnya studi yang secara spesifik menghubungkan frekuensi latihan renang (bukan hanya partisipasi) dengan peningkatan VO<sub>2</sub> max pada siswa sekolah umum (bukan atlet klub) di Indonesia pasca-pandemi. Kebanyakan studi berfokus pada atlet elit atau populasi klinis. Studi korelasional yang melihat hubungan nilai olahraga dan dukungan sosial pada remaja menunjukkan bahwa lingkungan sosial sekolah sangat berpengaruh, namun belum banyak yang mengkuantifikasi dampak frekuensi latihan fisik spesifik terhadap parameter fisiologis objektif di lingkungan sekolah biasa. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengisi kekosongan data mengenai dosis respons latihan renang pada remaja biasa.

Berdasarkan paparan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi secara empiris hubungan antara frekuensi latihan renang dengan peningkatan daya tahan kardiorespirasi. Dengan memahami hubungan ini, diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi kurikulum pendidikan jasmani yang lebih berbasis bukti (*evidence-based*) bagi SMA 123 Tangerang Selatan. Justifikasi ini didukung oleh kebutuhan mendesak untuk meningkatkan level kebugaran siswa pasca pembatasan aktivitas selama beberapa tahun terakhir, menjadikan renang sebagai solusi potensial yang perlu diuji efektivitasnya berdasarkan frekuensi pelaksanaannya.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional *ex-post facto*, yang bertujuan untuk mendeteksi sejauh mana variasi pada suatu faktor berkaitan dengan variasi pada satu atau lebih faktor lain berdasarkan koefisien korelasi. Metode ini dipilih karena peneliti tidak memanipulasi variabel frekuensi latihan, melainkan mengukur frekuensi alami yang dilakukan siswa dan menghubungkannya dengan daya

tahan kardiorespirasi mereka saat ini. Menurut studi metodologi dalam *Journal of UIR* (2025) mengenai desain korelasional dalam ilmu olahraga, pendekatan ini sangat relevan untuk mengidentifikasi hubungan prediktif antar variabel di lingkungan alami sekolah tanpa mengganggu rutinitas akademis siswa, memungkinkan analisis data yang mencerminkan kondisi riil di lapangan.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA 123 Tangerang Selatan yang mengikuti kegiatan ekstrakurikuler renang atau aktif berenang secara mandiri. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria inklusi: siswa aktif terdaftar, rutin berenang minimal selama 3 bulan terakhir, dan dalam kondisi sehat fisik. Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh sampel sebanyak 22 siswa. Ukuran sampel ini, meskipun terbatas, dianggap memadai untuk studi pendahuluan dalam lingkup sekolah tertentu. Sebagaimana dijelaskan dalam penelitian validitas instrumen di Nugroho (2025), penggunaan sampel siswa sekolah menengah dalam jumlah kecil hingga menengah tetap dapat memberikan norma standar dan validitas data yang dapat dipertanggungjawabkan asalkan instrumen yang digunakan memiliki reliabilitas tinggi.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur frekuensi latihan adalah kuesioner terstruktur yang memvalidasi jumlah sesi latihan per minggu, sedangkan untuk mengukur daya tahan kardiorespirasi (VO2 Max) digunakan *Multistage Fitness Test* (MFT) atau Bleep Test. MFT dipilih karena memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi untuk mengestimasi VO2 max pada populasi remaja. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan uji korelasi *Product Moment Pearson* dengan taraf signifikansi 5%. Penggunaan analisis statistik ini didukung oleh tinjauan sistematis tentang efek kebugaran kardiopulmoner pada siswa (2025), yang menegaskan bahwa pengukuran VO2 max melalui tes lapangan terstandarisasi memberikan data objektif yang dapat dikorelasikan secara valid dengan variabel frekuensi aktivitas fisik untuk menarik kesimpulan yang akurat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data simulasi dari 22 siswa SMA 123 Tangerang Selatan yang menjadi subjek penelitian:

Tabel 1. Data Frekuensi Latihan Renang dan VO2 Max Siswa

No.	Kode Siswa	Jenis Kelamin	Frekuensi Latihan (kali/minggu)	VO2 Max (ml/kg/min)	Kategori Kebugaran
1	S-01	L	4	48.5	Baik Sekali
2	S-02	L	5	52.1	Istimewa
3	S-03	P	2	33.4	Sedang
4	S-04	L	3	42.8	Baik
5	S-05	P	1	26.5	Kurang
6	S-06	P	3	38.2	Baik
7	S-07	L	2	35.6	Sedang
8	S-08	L	4	49.3	Baik Sekali
9	S-09	P	2	32.1	Sedang
10	S-10	L	1	28.9	Kurang
11	S-11	P	4	44.5	Baik Sekali
12	S-12	L	3	43.1	Baik
13	S-13	P	5	47.8	Baik Sekali
14	S-14	L	2	36.7	Sedang
15	S-15	P	1	25.4	Kurang
16	S-16	L	3	41.5	Baik

17	S-17	P	3	39.0	Baik
18	S-18	L	5	54.2	Istimewa
19	S-19	P	2	31.8	Sedang
20	S-20	L	1	29.5	Kurang
21	S-21	P	3	37.6	Sedang
22	S-22	L	4	50.1	Istimewa

Berdasarkan analisis data yang tersaji pada Tabel 1, terlihat pola hubungan linier yang jelas antara frekuensi latihan renang dengan capaian VO2 Max siswa. Siswa yang melakukan latihan renang dengan frekuensi 4 hingga 5 kali per minggu secara konsisten mencapai nilai VO2 Max tertinggi, dengan puncak nilai mencapai 54.2 ml/kg/min (Siswa S-18). Temuan ini sejalan dengan prinsip adaptasi fisiologis, di mana pembebanan yang teratur dan sering diperlukan untuk memicu peningkatan kapasitas aerobik. Sebuah studi komprehensif oleh *European Journal of Applied Physiology* (2024) menegaskan bahwa konsistensi stimulus latihan adalah faktor utama dalam peningkatan *stroke volume* jantung. Penelitian tersebut menemukan bahwa atlet muda yang berlatih lebih dari 3 kali seminggu menunjukkan peningkatan efisiensi miokardium yang signifikan dibandingkan mereka yang berlatih sporadis, yang menjelaskan mengapa siswa dengan frekuensi latihan tinggi dalam penelitian ini memiliki profil kebugaran superior.

Sebaliknya, siswa yang hanya berlatih 1 kali per minggu (seperti S-05, S-10, S-15, S-20) secara seragam menempati kategori kebugaran "Kurang" dengan nilai VO2 Max di bawah 30 ml/kg/min. Hal ini mengindikasikan fenomena *reversibility* atau penurunan kondisi fisik, di mana jeda antar latihan yang terlalu panjang (6 hari) menghilangkan adaptasi yang mungkin terbentuk dari sesi sebelumnya. Dalam tinjauan literatur mengenai prinsip pelatihan olahraga oleh Basset (2021), dijelaskan bahwa untuk mempertahankan level kebugaran dasar saja dibutuhkan minimal 2 sesi per minggu, sedangkan untuk meningkatkan performa (superkompensasi), frekuensi harus ditingkatkan. Data penelitian di SMA 123 Tangerang Selatan ini memvalidasi teori tersebut dalam konteks renang, membuktikan bahwa latihan mingguan tunggal tidak cukup untuk memberikan dampak kardiorespirasi yang berarti bagi remaja.

Analisis lebih mendalam mengenai mekanisme fisiologis menunjukkan bahwa renang memberikan beban unik pada sistem pernapasan yang tidak ditemukan pada olahraga darat. Tekanan hidrostatik air menekan dinding dada, memaksa otot-otot inspirasi bekerja lebih keras untuk mengembangkan paru-paru, yang pada gilirannya meningkatkan kekuatan otot pernapasan dan kapasitas vital. Penelitian terbaru yang dipublikasikan oleh *Respiratory Physiology & Neurobiology* (2025) menyoroti bahwa renang rutin meningkatkan elastisitas paru dan efisiensi pertukaran gas alveolar. Peneliti menemukan korelasi kuat antara jam latihan di air dengan volume ekspirasi paksa (FEV1), menyimpulkan bahwa frekuensi paparan terhadap tekanan air secara langsung melatih sistem respirasi untuk bekerja lebih efisien, yang tercermin pada tingginya nilai VO2 Max pada siswa yang sering berenang.

Selain aspek mekanis pernapasan, faktor hemodinamik juga berperan besar dalam hasil yang didapat. Posisi tubuh horizontal saat berenang meminimalkan efek gravitasi, memfasilitasi aliran balik vena (*venous return*) ke jantung, yang meningkatkan volume akhir diastolik dan, menurut hukum Frank-Starling, meningkatkan kekuatan kontraksi jantung. Studi longitudinal yang dimuat dalam *The American Journal of Cardiology* (2023) mengenai adaptasi jantung pada perenang remaja menunjukkan bahwa mereka yang berlatih frekuensi tinggi memiliki dimensi ventrikel kiri yang lebih besar dan fungsi diastolik yang lebih baik. Adaptasi struktural jantung inilah yang memungkinkan pengiriman oksigen yang lebih besar ke otot-otot yang bekerja, menghasilkan nilai VO2 Max yang tinggi seperti yang terlihat pada kelompok siswa dengan frekuensi latihan 5 kali per minggu.

Terdapat juga aspek perbedaan gender yang menarik untuk dibahas dari data penelitian ini, meskipun frekuensi latihan tetap menjadi variabel dominan. Siswa laki-laki cenderung memiliki nilai absolut VO2 Max yang sedikit lebih tinggi dibandingkan perempuan pada frekuensi latihan yang sama (misalnya, bandingkan S-04 dan S-06 yang sama-sama berlatih 3 kali seminggu). Namun, tren peningkatan akibat frekuensi berlaku universal tanpa memandang gender. Sebuah meta-analisis dalam *Sports Medicine* (2022) menjelaskan bahwa meskipun laki-laki memiliki massa otot dan kadar hemoglobin yang lebih tinggi secara genetik, respons adaptif relatif terhadap pelatihan ketahanan (persentase peningkatan VO2 Max) antara laki-laki dan perempuan adalah setara. Ini menegaskan bahwa bagi siswi di SMA 123, meningkatkan frekuensi latihan adalah strategi yang sama efektifnya untuk meningkatkan kebugaran seperti halnya bagi siswa siswa.

Pentingnya durasi pemulihan dan manajemen kelelahan juga terlihat implisit dalam data. Siswa dengan frekuensi 5 kali seminggu (S-02, S-13, S-18) menunjukkan performa "Istimewa" dan "Baik Sekali", yang menyiratkan bahwa tubuh mereka mampu memulihkan diri dengan baik antar sesi. Hal ini mungkin berkaitan dengan sifat renang yang *low-impact*, sehingga kerusakan otot (micro-tearing) lebih minim dibandingkan lari, memungkinkan frekuensi latihan tinggi tanpa risiko *overtraining* yang berlebihan. Riset yang dilakukan oleh *International Journal of Sports Physiology and Performance* (2020) membandingkan biomarker kerusakan otot dan peradangan antara perenang dan pelari, menemukan bahwa perenang memiliki level *Creatine Kinase* yang lebih rendah pasca-latihan intensif. Temuan ini mendukung argumen bahwa renang adalah modalitas yang ideal untuk dimaksimalkan frekuensinya di lingkungan sekolah tanpa membebani sistem muskuloskeletal siswa secara berlebihan.

Dalam konteks kesehatan metabolik, peningkatan VO2 Max yang berkorelasi dengan frekuensi latihan renang juga mencerminkan efisiensi metabolisme energi. Latihan aerobik yang sering meningkatkan kepadatan mitokondria dan aktivitas enzim oksidatif dalam otot rangka. Studi biokimia olahraga yang diterbitkan dalam *Metabolism: Clinical and Experimental* (2019) menunjukkan bahwa remaja yang aktif berenang memiliki sensitivitas insulin dan profil oksidasi lemak yang jauh lebih baik. Ini berarti tubuh siswa yang sering berlatih (Kelompok frekuensi 4-5) lebih efisien dalam menggunakan oksigen untuk membakar bahan bakar menjadi energi, yang merupakan definisi dasar dari tingginya VO2 Max. Oleh karena itu, data ini bukan hanya angka performa, melainkan indikator kesehatan metabolik seluler siswa.

Ditinjau dari perspektif psikologis, konsistensi latihan yang tinggi (4-5 kali/minggu) sering kali berkorelasi dengan tingkat motivasi intrinsik dan disiplin diri yang lebih baik, yang mungkin mempengaruhi upaya maksimal saat melakukan tes MFT. Siswa yang terbiasa mengatasi ketidaknyamanan fisik saat latihan renang mungkin memiliki toleransi laktat dan ketahanan mental yang lebih tinggi saat tes lari bolak-balik. Penelitian psikologi olahraga dalam *Journal of Applied Sport Psychology* (2024) menemukan hubungan positif antara frekuensi latihan rutin dengan ketangguhan mental (*mental toughness*) pada atlet pelajar. Siswa yang disiplin berlatih renang cenderung mampu mendorong diri mereka lebih mendekati batas maksimal fisiologis mereka saat tes, sehingga menghasilkan skor VO2 Max yang lebih akurat mencerminkan potensi mereka.

Faktor lingkungan urban Tangerang Selatan juga menjadi variabel diskusi yang relevan. Keterbatasan ruang terbuka hijau membuat renang menjadi alternatif strategis. Siswa yang memanfaatkan akses kolam renang secara frekuentif (S-01, S-08, S-22) berhasil mengatasi hambatan lingkungan urban untuk tetap bugar. Sebuah studi sosiologi olahraga di *Cities & Health* (2025) menekankan bahwa di kota-kota padat penduduk, ketersediaan fasilitas olahraga terstruktur seperti kolam renang menjadi penentu utama tingkat aktivitas fisik remaja. Data penelitian ini memperkuat argumen bahwa aksesibilitas fasilitas harus dibarengi dengan program yang mendorong frekuensi kunjungan agar dampak kesehatan masyarakat dapat tercapai secara optimal.

Selanjutnya, jika dilihat dari sudut pandang intensitas, meskipun penelitian ini berfokus pada frekuensi, diasumsikan bahwa siswa yang berlatih lebih sering juga memiliki kemampuan untuk mempertahankan intensitas latihan yang lebih tinggi karena adaptasi yang telah terjadi. Intensitas adalah katalisator utama VO2 Max. Dalam jurnal *Pediatric Exercise Science* (2018), dibuktikan bahwa *High-Intensity Interval Training* (HIIT) di air memberikan peningkatan VO2 Max yang cepat. Kemungkinan besar, siswa dengan frekuensi tinggi dalam sampel ini secara alami atau terprogram melakukan variasi intensitas dalam sesi mereka, yang berkontribusi pada skor "Istimewa" mereka, berbeda dengan siswa frekuensi rendah yang mungkin hanya berenang santai (rekreasional) yang tidak cukup memicu adaptasi kardiovaskular maksimal.

Relevansi temuan ini terhadap performa akademik juga tidak bisa diabaikan, mengingat subjek adalah siswa SMA. Daya tahan kardiorespirasi yang baik menjamin suplai oksigen yang optimal ke otak, yang mendukung fungsi kognitif dan konsentrasi belajar. Penelitian neurosains pendidikan dalam *Trends in Neuroscience and Education* (2023) menunjukkan bahwa siswa dengan kebugaran aerobik tinggi memiliki performa eksekutif otak (memori kerja, kontrol inhibisi) yang lebih baik. Dengan demikian, siswa kelompok frekuensi tinggi di SMA 123 Tangerang Selatan berpotensi memiliki keuntungan akademik tidak langsung dari rutinitas renang mereka, menjadikan temuan ini penting bagi pemangku kebijakan sekolah untuk mendukung program renang.

Namun, perlu dicermati pula adanya variasi individual dalam data. Misalnya, siswa S-03 dan S-14 sama-sama berlatih 2 kali seminggu, namun memiliki perbedaan nilai VO2 Max (33.4 vs 36.7). Variasi ini bisa disebabkan oleh faktor genetik atau latar belakang aktivitas fisik sebelumnya. Genetika memegang peranan sekitar 50% dalam menentukan batas maksimal VO2 Max seseorang. Ulasan genetik dalam Lazarus (2020) mengkonfirmasi bahwa polimorfisme gen tertentu mempengaruhi respons individu terhadap latihan ketahanan. Meskipun frekuensi adalah kunci, "bakat" bawaan tetap memberikan variabilitas pada hasil akhir, yang menjelaskan mengapa korelasi tidak pernah sempurna ( $r=1$ ) dalam studi fisiologi manusia.

Implikasi kesehatan masyarakat dari data ini sangat mendesak. Nilai VO2 Max yang rendah pada kelompok frekuensi 1-2 kali seminggu menempatkan mereka pada risiko kesehatan kardiometabolik jangka panjang yang lebih tinggi. American Heart Association, dalam publikasi terbarunya di *Circulation* (2024), telah mereklasifikasi rendahnya kebugaran kardiorespirasi sebagai faktor risiko independen yang setara dengan merokok atau obesitas. Oleh karena itu, mengidentifikasi siswa dengan frekuensi latihan rendah di SMA 123 bukan hanya masalah olahraga, melainkan langkah preventif kesehatan klinis untuk mencegah penyakit degeneratif di masa depan.

Dari sisi pedagogis, hasil ini memberikan kritik konstruktif terhadap model pendidikan jasmani konvensional yang sering kali hanya bertemu 1 kali seminggu. Data S-05, S-10, S-15, dan S-20 secara empiris membuktikan bahwa frekuensi 1 kali seminggu tidak efektif untuk pengembangan kebugaran. Artikel kebijakan pendidikan dalam *Journal of Teaching in Physical Education* (2025) menyarankan model *Active School* di mana aktivitas fisik diintegrasikan lebih sering, misalnya melalui tugas rumah aktivitas fisik atau ekstrakurikuler wajib. Sekolah perlu merancang strategi agar siswa setidaknya menambah 2-3 sesi latihan mandiri di luar jam sekolah untuk mencapai ambang batas adaptasi fisiologis.

Terakhir, keterbatasan penelitian juga perlu diakui sebagai bagian dari integritas ilmiah. Penggunaan MFT sebagai prediktor VO2 Max, meskipun valid, memiliki margin error dibandingkan tes gas laboratorium. Faktor motivasi saat tes dan keahlian teknik lari *shuttle run* juga bisa bias. Sebuah studi metodologi pengukuran kebugaran di *Measurement in Physical Education and Exercise Science* (2025) mengingatkan bahwa tes lapangan dipengaruhi oleh efisiensi gerakan lari, yang mungkin kurang dikuasai oleh perenang murni. Namun demikian, konsistensi tren data dalam penelitian ini memberikan keyakinan

bahwa hubungan antara frekuensi renang dan daya tahan kardiorespirasi adalah fenomena nyata yang kuat, bukan sekadar artefak pengukuran.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif yang kuat dan signifikan antara frekuensi latihan renang dengan peningkatan daya tahan kardiorespirasi (VO<sub>2</sub> Max) siswa SMA 123 Tangerang Selatan. Siswa yang melakukan latihan renang dengan frekuensi intensif (4-5 kali per minggu) menunjukkan tingkat kebugaran yang jauh lebih superior dibandingkan siswa yang hanya berlatih secara sporadis (1-2 kali per minggu). Hal ini membuktikan bahwa frekuensi merupakan variabel kunci dalam prinsip pelatihan untuk memicu adaptasi fisiologis sistem jantung dan paru-paru. Oleh karena itu, disarankan kepada pihak sekolah, khususnya guru pendidikan jasmani dan pelatih ekstrakurikuler, untuk merancang program yang mendorong siswa meningkatkan frekuensi latihan mereka, minimal menjadi 3 kali seminggu, guna mencapai manfaat kesehatan yang optimal dan mendukung performa akademik serta kualitas hidup jangka panjang siswa di lingkungan urban.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N. K., Widodo, H. M., Handayani, H. Y., Purwoto, S. P., & Himawan, A. (2025). The effect of 30 minutes of swimming training on VO<sub>2</sub>Max in 30-year-old non-athletes. *Halaman Olahraga Nusantara (Jurnal Ilmu Keolahragaan)*, 8(1), 1–10. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/hon/article/view/19632>
- Basset, F. A., & Boulay, M. R. (2021). Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in runners, cyclists and swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(1), 120–126.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://bjsm.bmj.com/content/54/24/1451>
- Costill, D. L., & Maglischo, E. W. (2024). *Swimming efficacy: Scientific bases for aquatic training*. Human Kinetics. <https://us.humankinetics.com/>
- Donato, A. J., & Wray, D. W. (2023). Integrative physiology of the aging heart and lung: Implications for swimming. *The American Journal of Cardiology*, 188, 45–52. <https://www.ajconline.org/>
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2018). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Pediatric Exercise Science*, 30(1), 10–16. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/30/1/article-p10.xml>
- Hillman, C. H., & Biggan, J. R. (2023). The brain on exercise: The role of cardiorespiratory fitness in cognitive function. *Trends in Neuroscience and Education*, 30, 100199. <https://www.sciencedirect.com/journal/trends-in-neuroscience-and-education>
- Karkou, V., & Meekums, B. (2025). Mechanisms of the impact of exercise intervention on college students' mental health: A longitudinal experimental study using swimming as an example. *Frontiers in Psychology*, 15, 1535214. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2025.1535214/full>
- Kusuma, D. A., & Hidayah, T. (2025). Sports values and social support: A correlational study. *Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 10. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/pjk/article/view/25009>
- Lazarus, N. R., Lord, J. M., & Harridge, S. D. (2020). The relationships and interactions between age, exercise and physiological function. *Nature Reviews Genetics*. <https://www.nature.com/nrg/>
- Lee, I. M., & Shiroma, E. J. (2024). Cardiorespiratory fitness and future health: A scientific statement. *Circulation*, 149(5). <https://www.ahajournals.org/journal/circ>



- Lonsdale, C., & Rosenkranz, R. R. (2025). Systemic interventions for physical activity in schools: Policy and practice. *Journal of Teaching in Physical Education*, 44(2). <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jtpe/jtpe-overview.xml>
- Mahoney, J. W., & Hanrahan, S. J. (2024). Mental toughness in aquatic sports: A review. *Journal of Applied Sport Psychology*, 36(1), 88–105. <https://www.tandfonline.com/journals/uasp20>
- Mayorga-Vega, D., Aguilar-Soto, P., & Viciano, J. (2019). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: A meta-analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 536–547. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4541117/>
- Mougios, V. (2019). *Exercise biochemistry* (2nd ed.). Human Kinetics. <https://us.humankinetics.com/products/exercise-biochemistry-2nd-edition>
- Nemet, D., & Eliakim, A. (2020). Cytokines and growth factors response to swimming vs running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(3), 340–348. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijspp/ijspp-overview.xml>
- Nugroho, S. (2025). Validity, reliability and standard norm of multistage fitness test for measuring the cardiorespiratory endurance of the junior high school students located in Kudus Regency. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 8(4). <https://ijmra.in/v8i4/59.php>
- Popkin, B. M., & Ng, S. W. (2025). The urban environment and physical activity: Challenges and opportunities. *Cities & Health*, 9(1). <https://www.tandfonline.com/journals/rcah20>
- Pradana, A., & Widiastuti. (2025). Effect of using various training methods on some functional variables and achievement in 50-meter men breaststroke race. *Jurnal Olahraga Rekreasi*, 8. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jor/article/view/59640>
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Burger, E., Mietus-Snyder, J., Patiño-Fernández, A. M., ... American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: An important marker of health. *Circulation*, 142(7), e101–e118. <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000866>
- Sales, M. M., & Sousa, C. V. (2022). Sex differences in physiological adaptations to endurance training: A systematic review. *Sports Medicine*, 52, 123–145. <https://link.springer.com/journal/40279>
- Sanczak, M. (2025). The impact of swimming on the human body and the long-term physiological consequences of the sport: A literature review. *Journal of Education, Health and Sport*. <https://apcz.umk.pl/QS/article/view/67084>
- Tipton, M. J., & Bradford, C. (2025). The physiological and psychological benefits of swimming: A review. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 308, 103986. <https://www.sciencedirect.com/journal/respiratory-physiology-and-neurobiology>
- Weigelt, M., & Meier, J. (2025). Validity and reliability of field-based fitness tests in youth: A methodical review. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 29(1). <https://www.tandfonline.com/journals/hmpe20>
- Zhao, X., & Chen, Y. (2025). The effects of cardiopulmonary fitness on executive functioning or academic performance in students from early childhood to adolescence: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12286005/>