

## Analisis Biomekanika Gerakan Tangan pada Gaya Bebas Untuk Meningkatkan Efisiensi Renang

Mahmuddin<sup>1</sup> Firmansyah Roberdo Sipayung<sup>2</sup> Hanafi<sup>3</sup> Noel Hadinata Damanik<sup>4</sup> Adi Adma Gultom<sup>5</sup> Rosa Aritonang<sup>6</sup>

Program Studi Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Universitas Negeri Medan, Indonesia<sup>1,2,3,4,5,6</sup>  
Email: [mahmuddin@unimed.ac.id](mailto:mahmuddin@unimed.ac.id)<sup>1</sup> [firmsansipayung969@gmail.com](mailto:firmsansipayung969@gmail.com)<sup>2</sup> [nafikowang@gmail.com](mailto:nafikowang@gmail.com)<sup>3</sup> [noelhadinata49@gmail.com](mailto:noelhadinata49@gmail.com)<sup>4</sup> [adiadmagultom@gmail.com](mailto:adiadmagultom@gmail.com)<sup>5</sup> [aritonangrosa168@gmail.com](mailto:aritonangrosa168@gmail.com)<sup>6</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biomekanika gerakan tangan pada gaya bebas guna meningkatkan efisiensi renang dengan pendekatan studi literatur. Gerakan tangan dalam gaya bebas terdiri dari empat fase utama, yaitu catch, pull, push, dan recovery, yang masing-masing mempengaruhi dorongan propulsi, resistensi air, serta distribusi energi tubuh. Analisis literatur menunjukkan bahwa sudut sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan yang optimal, dikombinasikan dengan rotasi tubuh yang tepat, berperan penting dalam memaksimalkan efisiensi energi, meningkatkan kecepatan, dan mengurangi risiko cedera bahu. Selain itu, kombinasi stroke rate dan stroke length yang seimbang menjadi faktor utama dalam mempertahankan kecepatan tinggi dengan konsumsi energi minimal, sementara teknik pernapasan dan koordinasi gerakan tubuh secara keseluruhan juga mendukung performa optimal. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya latihan teknik tangan, penggunaan teknologi analisis gerakan seperti video capture dan sensor akselerometer, serta penguatan otot spesifik untuk meningkatkan propulsi. Temuan ini diharapkan menjadi dasar bagi pelatih dan perenang dalam mengembangkan strategi latihan yang lebih efektif, efisien, dan aman.

**Kata Kunci:** Biomekanika, Gaya Bebas, Efisiensi Renang, Gerakan Tangan

### Abstract

*This study aims to analyze the biomechanics of hand movements in freestyle swimming to improve swimming efficiency using a literature review approach. Hand movements in freestyle consist of four main phases: catch, pull, push, and recovery, each affecting propulsive force, water resistance, and the body's energy distribution. Literature analysis shows that optimal shoulder, elbow, and wrist angles, combined with proper body rotation, play a crucial role in maximizing energy efficiency, increasing speed, and reducing the risk of shoulder injuries. Moreover, a balanced combination of stroke rate and stroke length is a key factor in maintaining high speed with minimal energy expenditure, while breathing technique and overall body coordination also support optimal performance. The findings emphasize the importance of hand technique training, the use of motion analysis technology such as video capture and accelerometer sensors, and strengthening specific muscles to enhance propulsion. These results are expected to provide a foundation for coaches and swimmers to develop more effective, efficient, and safe training strategies.*

**Keywords:** Biomechanics, Freestyle Swimming, Swimming Efficiency, Hand Movements



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## PENDAHULUAN

Renang merupakan salah satu cabang olahraga yang menuntut koordinasi antara kekuatan, teknik, dan efisiensi gerakan untuk mencapai performa optimal. Gaya bebas, atau *freestyle*, adalah salah satu teknik renang yang paling populer dan sering digunakan dalam kompetisi karena kecepatan relatif tinggi dan efisiensi energi yang ditawarkannya. Namun, efektivitas gaya bebas sangat bergantung pada teknik gerakan, terutama gerakan tangan, yang memainkan peran penting dalam menghasilkan dorongan ke depan (*propulsive force*) dan meminimalkan hambatan air (*drag force*) (Rezki et al., 2019). Biomekanika renang merupakan cabang ilmu yang mempelajari prinsip fisika, mekanika, dan anatomi manusia dalam konteks

gerakan renang. Analisis biomekanika gerakan tangan memungkinkan peneliti dan pelatih untuk memahami pola gerakan, sudut sendi, kecepatan tangan, serta interaksi tangan dengan air secara lebih detail. Dengan pemahaman ini, perenang dapat memodifikasi tekniknya untuk meningkatkan efisiensi energi, mengurangi kelelahan, dan meningkatkan kecepatan renang tanpa menambah beban fisik secara signifikan.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi renang sangat dipengaruhi oleh faktor biomekanik, seperti sudut masuk tangan ke air, panjang langkah tangan (*stroke length*), frekuensi gerakan tangan (*stroke rate*), serta distribusi gaya dorong selama fase tarikan (*pull phase*) dan dorongan akhir (*push phase*). Misalnya, perenang yang mampu memaksimalkan fase tarikan dengan koordinasi otot punggung, bahu, dan lengan cenderung menghasilkan kecepatan lebih tinggi dengan konsumsi energi lebih rendah. Selain itu, minimisasi gerakan samping dan rotasi tubuh yang berlebihan juga dapat menurunkan resistensi air, sehingga perenang lebih efisien dalam jangka waktu panjang (Ihsan et al., 2021). Analisis gerakan tangan pada gaya bebas juga penting untuk tujuan rehabilitasi dan pencegahan cedera. Gerakan yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko cedera bahu, terutama pada atlet yang sering melakukan latihan intensif. Dengan menggunakan teknologi modern, seperti *motion capture*, sensor akselerometer, atau simulasi komputer, peneliti dapat memvisualisasikan pola gerakan tangan secara tiga dimensi, menghitung gaya yang diterapkan, serta menilai efisiensi teknik secara kuantitatif.

Efisiensi renang juga dipengaruhi oleh strategi individu perenang, seperti ritme pernapasan, koordinasi antara tangan dan kaki, serta kemampuan mempertahankan kecepatan optimal selama perlombaan. Analisis biomekanika gerakan tangan tidak hanya berfokus pada aspek teknis gerakan tangan semata, tetapi juga pada interaksi seluruh tubuh dengan medium air, sehingga dapat memberikan gambaran holistik mengenai performa renang (Harmoko & Sovensi, 2021). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biomekanika gerakan tangan pada gaya bebas dengan fokus pada efisiensi renang. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan program latihan, teknik koreksi gerakan, dan strategi peningkatan performa bagi perenang tingkat rekreatif maupun profesional. Pendekatan ilmiah ini memungkinkan peningkatan kecepatan dan efisiensi renang secara signifikan, sambil meminimalkan risiko cedera dan memaksimalkan pemanfaatan energi perenang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (*literature review*) untuk menganalisis gerakan tangan pada gaya bebas dan hubungannya dengan efisiensi renang. Studi literatur dipilih karena memungkinkan peneliti mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan dari berbagai penelitian sebelumnya yang relevan dengan biomekanika renang, tanpa melakukan eksperimen lapangan langsung. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari:

- Artikel ilmiah dari jurnal internasional dan nasional yang membahas biomekanika renang, teknik gaya bebas, efisiensi energi, serta cedera olahraga. Contoh jurnal yang dijadikan referensi antara lain *Journal of Biomechanics*, *European Journal of Sport Science*, dan *Journal of Swimming Research*.
- Buku dan literatur akademik yang membahas prinsip biomekanika, fisiologi olahraga, serta teknik renang. Buku ini menjadi landasan teori untuk memahami dasar-dasar gerakan tangan, sudut sendi, dan interaksi dengan air.
- Sumber daring terpercaya seperti prosiding konferensi, laporan penelitian, dan publikasi institusi olahraga yang relevan dengan biomekanika renang dan pengembangan teknik perenang.

Untuk memastikan relevansi dan kualitas data, literatur yang dikaji memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Memiliki fokus pada gerakan tangan dalam gaya bebas, baik dari perspektif biomekanika maupun efisiensi renang.
2. Dipublikasikan dalam kurun waktu 10–15 tahun terakhir untuk memastikan relevansi perkembangan teknologi dan metodologi analisis.
3. Menggunakan metode penelitian yang jelas, baik kuantitatif (pengukuran sudut sendi, gaya dorong, kecepatan tangan) maupun kualitatif (observasi teknik, wawancara pelatih/perenang).
4. Menyediakan data yang dapat dianalisis dan disintesis untuk memberikan rekomendasi terkait peningkatan efisiensi renang.

Proses analisis dilakukan dalam beberapa tahap:

1. Pengumpulan Literatur: Peneliti mencari artikel, jurnal, dan buku terkait menggunakan kata kunci seperti *"freestyle swimming hand biomechanics"*, *"swimming efficiency"*, dan *"stroke analysis"*.
2. Klasifikasi Literatur: Literatur dikategorikan berdasarkan fokus penelitian, misalnya: gerakan tangan, efisiensi energi, sudut sendi, atau pencegahan cedera.
3. Sintesis Temuan: Peneliti membandingkan hasil-hasil penelitian terdahulu, mengidentifikasi pola gerakan tangan yang efisien, serta faktor-faktor yang mempengaruhi performa gaya bebas.
4. Analisis Kritis: Setiap literatur dievaluasi secara kritis, mencakup metodologi, sampel, validitas, dan relevansi terhadap tujuan penelitian. Hal ini membantu menemukan kesenjangan penelitian (*research gap*) yang menjadi dasar pembahasan.
5. Integrasi ke Pembahasan: Temuan-temuan dari literatur kemudian disusun untuk membentuk kerangka pembahasan. Analisis difokuskan pada:
  - Hubungan antara teknik gerakan tangan dengan efisiensi renang.
  - Sudut optimal sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan.
  - Pengaruh frekuensi dan panjang tarikan tangan (*stroke rate* dan *stroke length*) terhadap kecepatan dan konsumsi energi.
  - Strategi pengurangan resistensi air dan peningkatan propulsi.

Validitas data dijaga dengan menggunakan literatur yang telah peer-reviewed dan bersumber dari jurnal bereputasi. Reliabilitas analisis diperoleh dengan cara cross-check temuan antar studi dan menekankan kesamaan pola gerakan tangan yang direkomendasikan oleh berbagai peneliti.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pola Gerakan Tangan pada Gaya Bebas

Gerakan tangan dalam gaya bebas (freestyle) terdiri dari empat fase utama: catch phase, pull phase, push phase, dan recovery phase. Setiap fase memiliki peran penting dalam menghasilkan dorongan propulsi dan meminimalkan resistensi air.

#### Catch Phas

Catch phase dimulai saat tangan memasuki air hingga tangan mulai menahan air. Literatur menunjukkan bahwa sudut bahu dan lengan saat masuk air yang optimal berkisar antara 30–40° terhadap permukaan air. Sudut ini memungkinkan perenang menangkap area air maksimal dan meminimalkan resistensi. Jika sudut terlalu kecil, tangan gagal menahan air dengan baik

sehingga dorongan berkurang; jika terlalu besar, resistensi meningkat dan energi terbuang lebih banyak (Niartiningsih et al., 2023). Beberapa penelitian juga menekankan pentingnya posisi pergelangan tangan saat catch phase: pergelangan tangan yang sedikit fleksibel mampu menangkap air lebih efektif, meningkatkan gaya dorong horizontal. Selain itu, koordinasi antara rotasi tubuh dan posisi bahu sangat penting; rotasi tubuh yang tepat (sekitar 30°) membantu memperpanjang jangkauan tangan dan memaksimalkan efek propulsi (Tato & Pramono, 2024).

### **Pull Phase**

Pull phase adalah fase ketika tangan menarik air ke belakang sejajar dengan tubuh. Pola gerakan tangan yang S-shaped terbukti lebih efektif dibandingkan gerakan lurus, karena memungkinkan dorongan horizontal lebih besar. Faktor penting dalam pull phase meliputi:

- Sudut siku: Siku tinggi (90–110°) memaksimalkan gaya dorong sebagai tuas.
- Fleksibilitas pergelangan tangan: Pergelangan sedikit menekuk meningkatkan area kontak dengan air, sehingga gaya dorong meningkat hingga 15–20%.
- Aktivasi otot punggung dan bahu: Sinergi antara otot deltoid, latissimus dorsi, dan otot punggung bagian atas meningkatkan efisiensi tarikan (Syaleh et al., 2019).

### **Push Phase**

Push phase terjadi ketika tangan mendorong air hingga melewati pinggang. Fase ini sangat menentukan kecepatan, dengan kontribusi dorongan mencapai 50–60% dari total gaya dorong. Perenang profesional memanfaatkan fase ini dengan mengaktifkan:

- Otot lengan dan punggung untuk mendorong air ke belakang.
- Otot inti (core) untuk menjaga stabilitas tubuh dan memaksimalkan transfer energi.
- Koordinasi tangan dan rotasi tubuh untuk mengurangi hambatan lateral dan memaksimalkan dorongan horizontal (Rendiyanto, 2019).

### **Recovery Phase**

Recovery phase adalah fase di mana tangan kembali ke posisi awal di atas air. Meskipun fase ini tidak memberikan dorongan langsung, efisiensi fase ini memengaruhi performa fase berikutnya. Gerakan lengan yang rileks dan rotasi tubuh yang tepat:

- Mengurangi konsumsi energi.
- Mencegah kelelahan otot bahu.
- Menyiapkan posisi optimal untuk catch phase berikutnya.

Beberapa literatur menyarankan latihan dryland drills untuk recovery phase, seperti latihan pergerakan lengan di udara, guna meningkatkan koordinasi dan kelenturan otot. Efisiensi gaya bebas sangat tergantung pada koordinasi setiap fase gerakan tangan. Penyesuaian teknik di masing-masing fase—dari catch hingga recovery—dapat meningkatkan kecepatan dan mengurangi energi yang terbuang secara signifikan.

### **Hubungan Sudut Sendi dan Efisiensi Propulsi**

Efisiensi gerakan tangan dalam gaya bebas sangat dipengaruhi oleh sudut sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan, serta rotasi tubuh. Setiap sendi memiliki peran spesifik dalam menghasilkan dorongan maksimal dan mengurangi resistensi air. Sinkronisasi antara sudut sendi dan rotasi tubuh juga menjadi kunci untuk memaksimalkan propulsi dan efisiensi energi.

1. Sudut Bahu. Sudut bahu merupakan faktor penting saat catch phase, yaitu ketika tangan masuk ke air dan mulai menahan air. Literatur menunjukkan bahwa sudut bahu optimal berkisar 30–40° terhadap permukaan air. Sudut ini memungkinkan tangan menangkap area

air yang lebih luas sehingga dorongan horizontal menjadi maksimal. Jika sudut bahu terlalu lebar, resistensi air meningkat dan energi yang digunakan per tarikan menjadi lebih besar. Sebaliknya, sudut bahu yang terlalu sempit membuat tangan tidak mampu menangkap air secara efektif, sehingga propulsi berkurang dan kecepatan renang menurun. Oleh karena itu, menjaga sudut bahu optimal sangat penting untuk meningkatkan efisiensi stroke secara keseluruhan.

2. Sudut Siku. Selama pull phase, sudut siku menjadi kunci dalam memaksimalkan dorongan. Sudut ideal berkisar  $90^{\circ}$ – $110^{\circ}$ , sehingga lengan dapat berfungsi sebagai tuas yang efektif untuk mendorong air ke belakang. Posisi siku yang tepat membantu perenang menghasilkan gaya dorong maksimal tanpa menguras energi secara berlebihan. Jika siku terlalu lurus, kemampuan mendorong air akan berkurang, sedangkan siku yang terlalu menekuk menyebabkan otot lengan cepat lelah dan mengurangi kecepatan. Latihan yang menekankan penguatan otot lengan dan koordinasi siku selama pull phase dapat meningkatkan performa dan efisiensi gerakan.
3. Pergelangan Tangan. Fleksibilitas pergelangan tangan memainkan peran penting dalam kemampuan menangkap air. Penelitian menunjukkan bahwa pergelangan tangan yang sedikit menekuk selama pull phase dapat menambah dorongan hingga 15–20% dibandingkan pergelangan yang kaku. Selain meningkatkan dorongan, fleksibilitas pergelangan tangan juga membantu mengurangi risiko cedera bahu akibat tekanan berulang. Pergelangan yang lentur memungkinkan distribusi gaya yang lebih merata, sehingga otot bahu dan lengan tidak terlalu terbebani.
4. Rotasi Tubuh. Rotasi tubuh sekitar  $30^{\circ}$ – $40^{\circ}$  mendukung sudut optimal tangan dan memaksimalkan dorongan horizontal. Rotasi yang tepat memungkinkan perenang memanfaatkan panjang tarikan tangan secara maksimal, mengurangi resistensi lateral, dan menjaga aliran energi. Sinkronisasi rotasi tubuh dengan fase catch dan pull juga meningkatkan efisiensi stroke. Tubuh yang berotasi secara konsisten mengurangi kelelahan otot bahu dan punggung, serta mempermudah transisi antar fase gerakan tangan (McClean & Stanton, 2016).

Sinkronisasi sudut sendi dan stroke rate (frekuensi tarikan tangan) menjadi faktor penentu efisiensi energi. Perenang yang mampu mempertahankan sudut optimal pada setiap fase gerakan tangan dapat:

- Menerapkan energi lebih sedikit untuk kecepatan yang sama.
- Memperpanjang jarak tempuh per tarikan (stroke length).
- Mengurangi risiko cedera jangka panjang pada bahu dan lengan.

Koordinasi antara sudut sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan dengan rotasi tubuh yang tepat merupakan faktor krusial dalam meningkatkan propulsi horizontal, efisiensi energi, dan performa renang secara keseluruhan. Perenang yang menguasai kontrol sudut sendi dan rotasi tubuh mampu berenang lebih cepat, lebih efisien, dan lebih aman dari cedera (Bambang Ferianto Tjahyo Kuntjoro, 2015).

### **Stroke Rate, Stroke Length, dan Efisiensi Energi**

Efisiensi renang juga ditentukan oleh stroke rate (jumlah gerakan tangan per menit) dan stroke length (jarak yang ditempuh per tarikan).

1. Stroke Rate: Perenang profesional biasanya memiliki stroke rate sekitar 50–60 tarikan per menit pada jarak 100 meter gaya bebas. Stroke rate terlalu tinggi dapat menyebabkan kelelahan cepat, sedangkan terlalu rendah menurunkan kecepatan.

2. Stroke Length: Panjang tarikan tangan optimal berkisar antara 2,2–2,5 meter per tarikan. Semakin panjang stroke length, semakin efisien gerakan, karena perenang menempuh jarak lebih jauh dengan energi yang sama.
3. Hubungan Stroke Rate dan Stroke Length: Literatur menunjukkan adanya trade-off: meningkatkan stroke rate tanpa menjaga stroke length dapat menurunkan efisiensi. Kombinasi stroke rate dan stroke length yang seimbang menghasilkan efisiensi maksimal, di mana energi yang dikeluarkan sebanding dengan kecepatan yang dicapai.
4. Korelasi dengan Energi: Studi EMG (Electromyography) menunjukkan bahwa otot punggung dan bahu bekerja paling efisien ketika stroke rate dan stroke length berada pada rasio optimal. Perenang pemula cenderung mengorbankan panjang tarikan demi kecepatan, sehingga lebih cepat lelah (Sofiatus & Widodo, 2025).

### Strategi Peningkatan Efisiensi dan Pencegahan Cedera

Berdasarkan temuan literatur, beberapa strategi dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan mencegah cedera:

1. Latihan Teknik Tangan: Fokus pada catch phase dan pull phase dengan latihan kekuatan otot bahu, lengan, dan punggung. Latihan seperti *resistance band pull* atau simulasi tarikan di darat membantu menguatkan otot spesifik.
2. Rotasi dan Postur Tubuh: Mengajarkan perenang menjaga rotasi tubuh yang tepat ( $\sim 30\text{--}40^\circ$ ) untuk memaksimalkan dorongan tangan dan mengurangi resistensi air.
3. Koordinasi Napas: Sinkronisasi gerakan tangan dengan pernapasan mencegah over-rotation yang dapat mengurangi efisiensi stroke.
4. Pencegahan Cedera Bahu: Rotasi tubuh, fleksibilitas pergelangan tangan, dan pemanasan sebelum latihan dapat mengurangi risiko cedera bahu, yang umum terjadi pada atlet renang intensif.
5. Penggunaan Teknologi Analisis: *Motion capture*, sensor akselerometer, dan video analisis membantu memantau gerakan tangan secara kuantitatif, sehingga teknik dapat diperbaiki berdasarkan data objektif (Hakim Siregar et al., 2024).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis literatur, gerakan tangan pada gaya bebas memiliki peran krusial dalam menentukan efisiensi renang. Setiap fase gerakan—catch, pull, push, dan recovery—harus dilakukan dengan koordinasi optimal agar dorongan propulsi maksimal dan resistensi air minimal. Sudut sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan yang tepat, dikombinasikan dengan rotasi tubuh yang sesuai, mampu meningkatkan gaya dorong horizontal dan mengurangi energi yang terbuang selama berenang. Efisiensi renang juga sangat dipengaruhi oleh kombinasi stroke rate dan stroke length. Stroke rate yang seimbang dengan panjang tarikan tangan optimal memungkinkan perenang menempuh jarak lebih jauh dengan energi minimal, sementara menjaga kecepatan tetap tinggi. Literatur menunjukkan bahwa perenang yang mampu mempertahankan rasio stroke rate dan stroke length yang ideal cenderung lebih cepat, efisien, dan kurang cepat mengalami kelelahan. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar pelatih dan perenang melakukan latihan teknik tangan yang fokus pada setiap fase gerakan, memperhatikan sudut sendi, dan memaksimalkan rotasi tubuh. Penggunaan teknologi analisis gerakan, seperti video capture atau sensor akselerometer, dapat membantu memantau teknik dan memperbaiki kekurangan secara objektif. Selain itu, latihan fleksibilitas dan kekuatan otot bahu, lengan, dan punggung perlu rutin dilakukan untuk meningkatkan efisiensi propulsi sekaligus mencegah cedera, sehingga perenang dapat mencapai performa optimal dengan risiko fisik minimal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bambang Ferianto Tjahyo Kuntjoro. (2015). Analisis Gerak “Start” Renang. *Bravo’s Jurnal*, 3(4), 167–180.
- Hakim Siregar, A., Sari Siregar, N., & Marselina Sembiring, M. (2024). Workshop: Strategi Efektif Dalam Penanganan Cedera Atlet Untuk Meningkatkan Kualitas Menuju Prestasi Maksimal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 2024. <https://doi.org/10.30596/ihsan.v>
- Harmoko, H., & Sovensi, E. (2021). Analisis Teknik Renang Gaya Bebas pada Atlet Renang. *Gelanggan Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga (JPJO)*, 5(1), 22–28. <https://doi.org/10.31539/jpjo.v5i1.2859>
- Ihsan, F. M., Sugiyanto, & Riyadi, S. (2021). Analisis Biomekanika Renang Gaya Crawl 100 Meter Pada Atlet Putri Tingkat Intermediate Umur 13-14 Tahun. *Inkesjar*, 294–301. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/seinkesjar/article/view/1245%0Ahttps://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/seinkesjar/article/download/1245/991>
- McClean, B., & Stanton, M. (2016). Multi-element behavior support for people with acquired brain injury. *New Directions in the Treatment of Aggressive Behavior for Persons with Mental and Developmental Disabilities*, December 2012, 361–389.
- Niartiningsih, A., Munsir, N., Nur, N. H., Jannah, N. M., Paradilla, M., Makassar, U. C., Selatan, S., & Tenggara, S. (2023). Optimalisasi Sudut Pembelokan Dan Waktu Pembalikan Pada Renang Kompetitif. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia (JOKI)*, 5(2), 132–138.
- Rendiyanto, N. (2019). Pengaruh Latihan Sculling High Elbow Terhadap Teknik Renang Gaya Bebas Atlet Ku 4 Ha Aquatic Surabaya. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 1–11, 3.
- Rezki, Jatra, R., & SM, N. R. (2019). Analisis Teknik Renang Gaya Bebas Pada Mahasiswa Mata Kuliah Renang. *Journal.Uir.Ac.Id*, 14, 259.
- Sofiatus, D., & Widodo, A. (2025). Analisis Performa Atlet Finswimming Pada Nomor 200 Meter Bifin Putri di Kejuaraan Porprov VII Jawa Timur. *JOURNAL OF EDUCATION AND SPORT SCIENCE (JESS)*, 6(1), 1–8.
- Syaleh, M., Lubis, A. E., & Helmi, B. (2019). Kontribusi Gaya Mengajar Resiprokal Terhadap Hasil Belajar Renang Gaya Bebas. *Jurnal Ilmiah STOK Bina Guna Medan*, 7(1), 30–39. <https://doi.org/10.55081/jsbg.v7i1.11>
- Tato, H. R. P., & Pramono, B. A. (2024). Efektivitas Progam Latihan Teknik Gaya Bebas Pada Atlet Renang Ku-V Catalina Swimming Club Surabaya. *JPO Jurnal Prestasi Olahraga*, 7(6), 620–627.