

## ANALISIS BIOMEKANIKA PADA OLAH RAGA RENANG “GAYA BEBAS”

Bambang Ferianto Tjahyo Kuntjoro  
Universitas Negeri Surabaya

### ABSTRAK

According Midtlying (1992: 8) through the principles of mechanics swimmers can understand a swimming motion that is so effective that will help improve performance. Colwin (1997: 20) argues that the process of training in the sport swimming, basic knowledge of hydrodynamics and biomechanics are important elements that must be mastered by the coach to help swimmers improve speed.

Furthermore freestyle, a basic stroke. This means renang freestyle is a technique that should be taught prior to the swimmer, before learning swimming techniques butterfly, backstroke and breaststroke. For applications in biomechanics, movement freestyle summarize all the basic principles of biomechanics.

Some opinions may be summarized that the coaches of sports swimming understand and master the principles of biomechanics is the most important factor in the preparation of the training program. This is because the sport is a kind of sport that moves a highly technical and complex must be trained to athletes throughout the training process, it takes not only physical ability to swim fast, but also requires a technical ability renang good and true as a supporter. Therefore biomechanical approach would be very wise to come up with a new method of movement so that the effectiveness of the results of the movement will continue to rise so that the world record will continue to rise, although it is not as easy as turning the hand.

Keywords: Pool freestyle, biomechanics

## PENDAHULUAN

Mekanika adalah salah satu cabang ilmu dari bidang ilmu fisika yang mempelajari gerakan dan perubahan bentuk. Mekanika adalah cabang ilmu tertua dari semua cabang ilmu yang tertua dari semua cabang ilmu dalam fisika. Mekanika teknik atau disebut juga dengan mekanika terapan adalah ilmu yang mempelajari penerapan dan prinsip-prinsip mekanika. Mekanika terapan mempelajari analisis dan desain dari sistem mekanika.

Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir dan hampir seluruh makhluk

hidup. Dalam biomekanika prinsip-prinsip mekanika dipakainya dalam penyusunan konsep, analisis, desain dan pembenangan peralatan dan sistem dalam biologi dan kedokteran.

Manusia dalam gerakannya merupakan kajian utama dalam ilmu keolahragaan. Oleh karena itu, salah satu tujuan ilmu keolahragaan adalah memberikan pengaturan secara ilmiah tentang gerakan manusia dalam olahraga yang dilakukan secara efektif, efisien dan dengan resiko cedera yang sangat kecil. Salah satu tujuan tersebut telah diakomodasi dalam ilmu biomekanika olahraga sebagai cabang ilmu keolahragaan.

Salah satu yang perlu dikuasai terlebih dahulu oleh para pelatih adalah prinsip-prinsip biomekanika. Penguasaan prinsip biomekanika sangat membantu pelatih di dalam proses pembentukan teknik renang atlet. Atlet renang yang mempunyai teknik renang baik dan benar akan

mendukung di dalam pencapaian prestasinya.

## **PRINSIP BIOMEKANIKA(*Internal Force*)**

Menurut Susan J Hall ( 2005: 489-50 ) dapat dirangkum sebagai berikut

### **:1.Viskositas dan densitas air kolam renang**

Tidak seperti viskositas, densitas air kolam renang memberi sumbangan langsung pada nilai gaya gesek yang dialami perenang. Semakin besar Viskositas adalah gaya gesekan antara lapisan-lapisan yang bersisian pada fluida pada waktu lapisan-lapisan tersebut bergerak satu melewati yang lainnya, atau disebut juga gesekan internal fluida. Viskositas adalah alasan diperlukannya usaha untuk "mengayuhkan" tangan saat berenang di air yang tenang, tetapi juga sekaligus merupakan alasan mengapa kayuhan ini bekerja dan perenang dapat bergerak maju. Viskositas air pada suhu 20<sup>0</sup> C adalah 1,005 sentipoise, dan nilai viskositas ini bertambah dengan bertambahnya suhu. densitas air kolam, semakin besar gaya gesek yang harus dilawan oleh perenang sewaktu bergerak maju.

### **2. Gaya apung (gaya ke atas)**

Perenang mengalami gaya apung/gaya ke atas pada saat berenang. Hal ini sesuai dengan prinsip Archimedes yang berbunyi: sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida diangkat ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan.

Akan tetapi, menurut prinsip Archimedes, berat air yang sama volumenya dengan berat benda yang di bawah permukaan air sama dengan gaya apung pada benda ketika tenggelam.

Adanya sifat air yang mengikuti prinsip Archimedes ini merupakan keuntungan bagi perenang. Walaupun renang dinyatakan sebagai salah satu olah raga yang banyak menggunakan energy, namun dengan berlakunya prinsip Archimedes, setidaknya perenang dapat mengalami efek "kehilangan sedikit bobot" badan pada saat berenang.

### **3. Gaya gesek**

#### **1. Gaya gesek fluida (*fluid-frictional drag/drag force*)**

Ketika ada kecepatan relatif antara air dan tubuh perenang, tubuh perenang akan mengalami gaya gesek fluida

(fluid-frictional drag atau sering juga disebut *drag force*) yang melawan gerak relatif perenang dengan arah sesuai arah alir air relatif terhadap tubuh perenang.

## **2. Gaya gesek gelombang (wave drag)**

Gaya gesek (wave drag) ini timbul dari gerakan/gelombang air yang disebabkan oleh diri perenang sendiri yang mengakibatkan adanya turbulensi pada air.

Sesuai dengan persamaan semakin besar kecepatan awal perenang, maka semakin besar panjang gelombang ( $\lambda$ ). Namun semakin besar gelombang air yang ditimbulkan, semakin besar hambatan yang dialami perenang untuk menambah kelajuan renangnya.

Selain itu prinsip-prinsip biomekanika di cabang olahraga renang menurut James G. Hay (1995 : 169-170) terangkum sebagai berikut :

**(1)Olahragarenang gerakannya melalui suatu media zat cair yang mempunyai tingkat kepekatannya lebih besar jika bila dibandingkan dengan media di udara. Sehingga pengaruh**

**kepekatannya menimbulkan tahanan atau hambatan.**

## **( 2) Flotation (mengapung)**

Kemampuan tubuh untuk mengapung adalah sangat penting di dalam melaksanakan aktifitas cabang olahraga air. Seseorang yang mempunyai kemampuan mengapung dapat berpengaruh terhadap keberhasilan belajar berenang pada tingkat pemula maupun keberhasilan mencapai prestasi pada tingkat lanjut.

## **(3) Buoyant Force (daya apung)**

Daya apung adalah gaya yang bekerja pada tubuh seseorang yang besarnya sama dengan nol. Suatu benda akan mengapung hanya jika berat badan lebih kecil atau sama dengan daya apung maksimum. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan daya apung antara lain :

### **a. Volume udara**

Seseorang yang mempunyai

kemampuan menghirup udara lebih besar sehingga mampu menyimpan cadangan udara di dalam paru-paru kemampuan daya apungnya lebih besar.

**b. Usia**

Semakin muda usia, maka kemampuan daya apungnya lebih baik.

**c. Lemak dalam tubuh**

Kandungan lemak dalam tubuh wanita lebih besar daripada pria, sehingga wanita mempunyai kemampuan daya apung lebih baik daripada pria.

**d. Kepadatan tulang**

Penelitian di Amerika Serikat menghasilkan suatu kesimpulan bahwa orang kulit hitam berprestasi di cabang

olahraga renang dibandingkan atlet renang kulit putih. Penyebabnya adalah orang kulit hitam mempunyai kepadatan tulang lebih besar dibandingkan dengan orang kulit putih.

**(4) *Surface Drag* (tahanan permukaan)**

Prinsip tahanan permukaan berhubungan dengan gesekan antara permukaan kulit tubuh dengan air. Sehingga perenang berusaha untuk memakai bahan pakaian renang yang tidak menimbulkan tahanan yang lebih besar.

**(5) *Wave Drag* (tahanan gelombang)**

Pada perenang gaya dada, saat tahap pengambilan nafas akan terjadi tahanan akibat gelombang air yang berasal dari arah depan perenang.

**(6) *Turbulence* (putaran air)**

Terjadinya putaran air yang disebabkan oleh air yang tidak mampu mengisi bagian bidang yang tidak mendatar, sehingga tubuh harus menarik sejumlah molekul-molekul air.

#### **(7) Propulsive Drag (daya dorong)**

Kekuatan yang mendorong maju perenang ditimbulkan oleh gerakan lengan dan gerakan tungkai.

#### **(8) Hukum aksi reaksi**

Setiap gerakan atau aksi dari lengan maupun tungkai pada perenang akan mengakibatkan suatu reaksi gerakan yang berlawanan.

#### **(9) Keteraturan penggunaan dorongan**

Prinsip, ini menyebabkan gaya crawl atau bebas lebih cepat daripada kupu-kupu maupun gaya dada.

#### **(10) Teori hukum kelipatan**

Apabila perenang melakukan gerakan lengan atau tungkai dua kali kecepatan sebelumnya, maka akan menimbulkan gerakan tahanan dorongan ke depan

justru sebanyak empat kalinya. Oleh karena itu tahap *recovery* yang terburu-buru tidak saja mengganggu ritme/irama, tetapi juga akan menambah tahanan pada dorongan ke depan. Hal ini terjadi terutama pada renang jarak pendek, di mana perenang melakukan *sprint* lebih cepat, akan meningkat kebutuhan konsumsi oksigen (O<sub>2</sub>) serta memerlukan energi yang besar pula.

Menurut James G Hay (1995 : 17) *Streamlined body position* adalah posisi tubuh diusahakan sedatar mungkin sehingga hamper mendekati permukaan air. Posisi ini membantu perenang mengurangi tahanan pada dorongan ke depan. Hal ini akan lebih efektif dalam penggunaan gerakan serta efisien terhadap penggunaan tenaga, sehingga perenang mampu berenang lebih cepat. Selanjutnya menurut Midtlying (1992 : 8) prinsip biomekanika lainnya adalah *Inersia* yaitu hambatan yang terjadi pada

perenang akibat berbagai macam perubahan teknik yang dilakukan selama renang.

Berdasarkan pemahaman teori prinsip-prinsip biomekanika tersebut, diharapkan pelatih dapat melakukan proses pembinaan secara benar terhadap para anak latih. Pemahaman prinsip-prinsip biomekanika merupakan faktor penting bagi pelatih, mengingat renang merupakan cabang olahraga yang medianya terdiri dari air dan udara.

## **IMPLEMENTASI**

### **BIOMEKANIKA DALAM GAYA BEBAS**

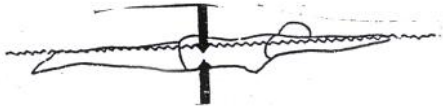
Pada renang, medium yang dilaluinya adalah cairan, medium cairan ini lebih pekat dibandingkan dengan medium udara (misalnya pada lari) dan kepekatan tersebut memberikan tahanan (*resistensi*) yang lebih besar pada setiap benda yang bergerak di dalamnya. Agar perenang dapat mendapat resistensi air yang

kecil, perlu diusahakan posisi badan yang sejajar dengan permukaan air.

Posisi badan yang sejajar dengan permukaan air ini mendapat *resistensi* kecil karena penampang yang kena tahanan terkecil dibandingkan posisi-posisi badan yang lain. Bentuk posisi badan yang sejajar dengan permukaan air yang resistensinya kecil dalam renang ini disebut *Streamline*.

Di samping cairan tersebut memberikan resistensi terhadap perenang, juga memberikan kekuatan ke atas *vertical* (disebut kekuatan mengapung) untuk menahan perenang. Kekuatan apung selama ini sama besarnya dengan berat air yang dipindahkan pada saat mengapung. Secara matematis badan akan mengapung apabila berat badan  $\leq$  kekuatan mengapung maksimal. Apabila berat badan lebih besar daripada kekuatan mengapung

maksimal, maka berat badan akan tenggelam.



**Gambar 1. Kekuatan mengapung dan berat badan**  
**Sumber: James G Hay (1995:168)**

Kemampuan mengapung terhadap berat badan (mempertahankan posisi badan secara statis pada permukaan air) merupakan hal yang terpenting dalam renang. Kemampuan mengapung tersebut secara teoritis memudahkan anak untuk belajar renang.

### **PERHITUNGAN Stroke of Length**

Pada saat ini teknik renang mengalami kemajuan yang sangat besar, sehingga banyak rekor yang telah dipecahkan. Teknik yang ada selalu dianalisis untuk mencari hal-hal yang menguntungkan maupun yang

menghambat. Adapun tujuan renang yang kompetitif adalah mampu menempuh jarak yang ditentukan dengan waktu yang sesingkat mungkin.

Adapun waktu tempuh tersebut, menurut Suharsono (1998:98), ditentukan oleh waktu start ditambah waktu kayuhan pada jarak pertama, ditambah waktu pembalikan, ditambah waktu kayuhan pada jarak kedua, jadi dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mathbf{W\ total} &= \mathbf{W\ start} + \mathbf{W\ Kayuhan} \\ &+ \mathbf{W\ Pembalikan} + \mathbf{W\ Kayuhan} \\ &\quad \mathbf{(Jarak\ I)} \\ &\quad \mathbf{(Jarak\ II)} \end{aligned}$$

Agar waktu tempuh singkat perlu diusahakan penggunaan teknik yang paling efektif dan efisien.

Contoh :

- a. Untuk start perlu ada reaksi yang tepat dan cepat, tolakan yang kuat.
- b. Untuk pukulan, agar rata-rata jarak horizontal yang dihasilkan panjang serta



frekuensi pukulan yang optimal.

c. Pembalikan, agar diusahakan putaran badan yang cepat dan tolakan yang kuat. Contoh : pada gaya bebas, membalik dengan salto sangat menguntungkan, sebab sebelum pada jarak yang ditentukan [50 m] sudah melakukan putaran salto dan waktu putaran salto lebih cepat dari putaran badan ke samping (gaya lama).

(mulai titik awal tangan sampai kayuhan berakhir pada titik awal tersebut).

Contoh :

Renang bebas, perenang melakukan 10 x pukulan (putaran tangan penuh) mencapai jarak 20 m dalam waktu 12 detik, maka jarak rata-rata kayuhan sama dengan :

Cara menghitung Rata-rata Jarak Kayuhan (JK) dan Rata-rata Frekuensi Kayuhan (FK).

**a. Rata-rata Jarak Kayuhan,**

$$JK = \frac{\text{Jarak yang dicapai kayuhan}}{\text{Jumlah putaran tangan penuh}}$$

Yang dimaksud dengan putaran tangan penuh yaitu kayuhan tangan 1x penuh

$$JK = \frac{20}{10 \text{ putaran}} = 2 \text{ m/ putaran}$$

**b. Rata-rata Kayuhan adalah, rata-rata jumlah putaran tangan penuh dibagi dengan waktunya.**

Contoh :

$$FK = \frac{10 \text{ putaran}}{12 \text{ detik}} = 0,83$$

putaran/detik

Jadi kecepatan rata-rata

perenang (K)

$$K = JK \times FK$$

$$= 2\text{m/ putaran} \times 0,83$$

putaran/detik

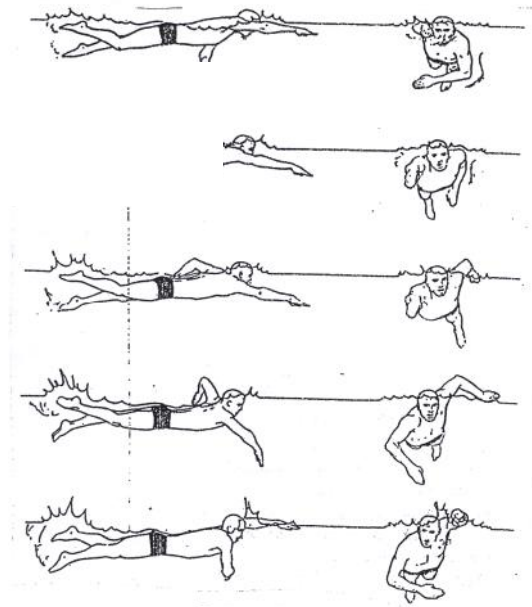
$$= 1,66 \text{ m/detik}$$

Jadi kecepatan renang

ditentukan oleh atau tergantung

pada Jarak Kayuhan (JK) dan

Frekuensi Kayuhan (FK).



**Gambar 2. Gaya Bebas**

**Sumber: James G Hay (1995:360)**

#### GERAKAN TANGAN



- ▶ Sudut ideal saat tangan berada di atas permukaan air adalah  $122,1^\circ$
- ▶ Dengan lebar sudut tersebut dapat meminimalisir gaya gesek tangan saat masuk ke dalam permukaan air

### Analisis Biomekanika Gaya Bebas

#### GERAKAN TANGAN



- ▶ Sudut Lengan Atas  $33,4^\circ$
- ▶ Sudut Lengan Bawah  $49,4^\circ$
- ▶ Sudut balikan lengan  $161,5^\circ$

## GERAKAN TANGAN



Posisi badan hendaknya memungkinkan kekuatan dorongan ke depan maksimal dan resistensinya cairan sekecil-kecilnya.

a. Tarikan (kayuhan lengan) hendaknya menghasilkan komponen gaya horizontal yang besar, posisi tangan seperti dalam gambar di atas sangat cocok.

b. Resistensinya cairan agak kecil.

Teknik renang gaya bebas.

Hendaknya harus:

1) Posisi badan sejajar dengan permukaan air

- 2) Posisi badan stabil (lurus ke depan) dan tidak oleng, agar tidak menimbulkan gelombang.
- 3) Awal kayuhan lengan tidak dihantamkan ke permukaan air, tetapi ditusukkan. Apabila tangan dipukulkan ke permukaan air reaksinya akan mengangkat badan ke atas sehingga resistensi cairan akan meningkat.
- 4) Kayuhan tungkai satu sama lain didekatkan dan tidak keluar dari permukaan air, karena akan menimbulkan cekungan di belakang badan, sehingga menimbulkan daerah bertekanan rendah di belakang perenang, akibatnya akan menarik badan ke belakang.





### C. Gaya Bebas

Gaya bebas berarti bahwa dalam suatu nomor pertandingan yang disebutkan demikian, peserta boleh melakukan renang dengan gaya apa saja; kecuali dalam nomor pertandingan gaya ganti perorangan atau gaya ganti estafet, maka gaya bebas berarti gaya lain apa saja yang bukan gaya punggung, gaya dada atau gaya kupu-kupu. Dalam renang gaya bebas, pada pembalikan dan finish, perenang dapat menyentuh dinding

dengan bagian apa saja dari badannya.

Sentuhan dengan tangan tidak merupakan keharusan. Secara lebih detail sebagai berikut :

#### *Posisi Start*

1. Pandangan lurus ke depan atau pada air.
2. Posisi badan membungkuk.
3. Lutut sedikit ditekuk ke depan.
4. Posisi kaki menginjak balok start dan posisi jari kaki berada diluar balok start atau tidak diinjakkan pada balok start.
5. Jarak kaki kanan dan kiri selebar genggam telapak tangan.
6. Posisi tangan lurus ke bawah dan punggung tangan menghadap ke depan dan posisi tangan berada di samping luar kaki kanan dan menyentuh balok start

#### Posisi Tubuh Saat Berenang

##### *Tangan*

- a. Pada saat tangan kanan melakukan gerakan masuk ke air hingga lurus ke depan atau melakukan gapaian ke depan maka tangan kiri

- melakukan tarikan atau dorongan ke belakang.
- b. Setelah tangan melakukan dorongan ke belakang, tangan diangkat ke atas permukaan air dengan posisi siku tangan kiri agak ditekuk di dekat telinga. Kemudian dimasukkan ke dalam air hingga posisi tangan lurus ke depan. Begitu seterusnya.
- c. Tangan kiri dan kanan bergerak secara bergantian.

### ***Kepala***

- a. Posisi kepala menghadap ke bawah air, atau di dalam air.
- b. Sebagian kepala berada di atas permukaan air dari batas telinga atas.
- c. Posisi saat mengambil nafas, jika mengambil nafas ke arah kanan maka posisi tangan kiri lurus ke depan dan tangan kanan melakukan dorongan

atau tariakan, pada saat itu kepala ditolehkan ke arah kanan. Dan sebaliknya.

- d. Pada saat mengambil nafas kepala tidak boleh diangkat ke depan.

### ***Kaki***

- a. Kaki digerakkan secara bergantian antara kaki kanan dan kiri kebawah dan ke atas permukaan air.
- b. Kaki digerakkan berporos pada pangkal paha dan lutut tidak ditekuk

### ***Eksternal Force***

Posisi badan tengkurap ke dalam air dengan posisi mengapung. Dan badan sejajar dengan permukaan air .

Tungkai bawah

1. sendi :  
pergelangan  
kaki ( articulatio talocruralis)
2. otot : m triceps surae
3. origo : femoris dan tibia

4. intersio : os calcaneus
5. bidang : frontal
6. sumbu : frontal
7. pengungkit : jenis 1

Gerakan pada tulang bahu

Pada renang gaya bebas juga terjadi gerakan pada tulang bahu diantaranya adalah

1. sendi : sendi bahu
  - golongan A : otot-otot yang berorigo pada tulang scapula dan berintersio pada tulang lengan atas ( humerus)
  - golongan B : otot-otot yang mempunyai origo pada batang badan dan berintersio pada tulang scapula
  - golongan C : otot-otot yang berorigo pada batang badan dan berintersio pada tulang humerus

2. bidang : frontal
3. sumbu : sagital

## PENUTUP

Berdasarkan uraian tersebut diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Salah satu yang perlu dikuasai terlebih dahulu oleh para pelatih olahraga renang adalah prinsip-prinsip biomekanika. Penguasaan prinsip biomekanika sangat membantu pelatih didalam proses pembentukan teknik renangan, sehingga teknik atlet lebih efektif dan efisien.

Gaya bebas merupakan *stroke* dasar. Yaitu *stroke* yang seyogyanya diperkenalkan dan dilatihkan terlebih dahulu, sebelum atlet dilatihkan gaya-gaya lainnya seperti gaya kupu-kupu, gaya punggung, dan gaya dada, karena gaya bebas merangkum semua prinsip-prinsip dasar biomekanika.

Prinsip-prinsip biomekanika pada renang gaya bebas, antara lain: *flotation, buoyant force, surface drag, wave drag, turbulence, propulsive drag*, hukum aksi reaksi, keteraturan penggunaan dorongan, teori hukum kelipatan, *streamline position*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Colwin, D,A. et al (1997). *An Introduction to Swimming Coaching*. Ontario. Allembrio Graphics Ltd
- James G Hay. (1995). *The Biomechanics of Sport Techniques*. Englewood Cliffs : Prentice Inc.
- Midtlying, J. (1992). *Swimming*. Philadelphia : CBC Publishing
- Susan J Hall. (2005). *Basic Biomechanics*. Mc. Graw Hill: Boston
- Suharsono, (1998). *Aplikasi Praktis Biomekanika Olahraga dalam Pendidikan Jasmani dan Olahraga*. Majalah Ilmiah Olahraga Edisi 1, TH.IV, April 1998. Yogyakarta : FPOK IKIP Yogyakarta