

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Perkembangan Fisik Anak Usia 8-16 Tahun

##### 1. Motorik Kasar Dan Kekuatan Otot

Perkembangan Motorik kasar serta kekuatan otot bagi anak berusia 8-16 tahun akan mengalami kemajuan yang signifikan seiring dengan pertumbuhan fisik dan kematangan saraf. Pada rentang usia ini anak mulai menguasai gerakan-gerakan motorik kasar yang lebih kompleks dan terkoordinasi, seperti berlari, yang melibatkan otot-otot besar tubuh. Perkembangan ini dipengaruhi oleh kematangan sistem saraf pusat dan latihan fisik yang teratur, yang mampu membuat kekuatan otot, daya tahan, serta koordinasi gerak meningkat (Fauziah Nasution *et al.*, 2023).

##### 2. Pengaruh Masa Pubertas Pada Aktivitas Fisik

Pengaruh masa pubertas pada aktivitas fisik anak sangat signifikan karena masa ini ditandai dengan pertumbuhan tinggi badan yang cepat, peningkatan massa otot, dan perubahan distribusi lemak tubuh yang mempengaruhi kemampuan fisik dan performa motorik anak. Selama pubertas, berbagai hormon yakni hormon seks (testosteron dan estrogen) serta hormon pertumbuhan meningkat, yang berdampak pada kekuatan otot, koordinasi, dan daya tahan tubuh sehingga mempengaruhi tingkat dan jenis aktivitas fisik yang dapat dilakukan anak (Sukmadayani Pratiwi *et al.*, 2024).

## B. Komposisi Tubuh

### 1. Indeks Massa Tubuh

Indeks massa tubuh (IMT) adalah sebuah perhitungan sederhana yang dipergunakan dalam menelaah status gizi individu dengan membandingkan tinggi badan serta berat badan. Status gizi seseorang mencerminkan kesetimbangan antara konsumsi zat gizi dari makanan dengan zat gizi yang dibutuhkan dalam proses metabolisme tubuh. IMT normal berkisar antara 18,5 - 25,0. Seseorang dikategorikan obesitas apabila memiliki IMT kurang 27,0 dan dikategorikan *underweight* apabila IMT lebih 18,5 (Rajawali *et al.*, 2021).

Kadar gizi berlebih pada anak perlu mendapat perhatian khusus, karena kondisi ini cenderung berlanjut hingga dewasa dan lanjut usia serta menjadi faktor risiko yang menyebabkan penyakit degeneratif, yakni beberapa jenis kanker, diabetes melitus, penyakit kardiovaskuler. Faktor yang berkorelasi dengan tingginya IMT yakni pola konsumsi kalori yang tinggi serta minimnya kegiatan fisik yang merujuk kepada *sedentary lifestyle* yaitu perilaku seseorang yang kurang melakukan aktivitas fisik (Rajawali *et al.*, 2021).

### 2. Rumus IMT

Penilaian status gizi anak memakai IMT dilakukan melalui proses menghitung berat badan dibagi kuadrat tinggi badan pada satuan meter, yaitu:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

Setelah nilai IMT diperoleh, hasil tersebut dibandingkan dengan nilai median pada tabel *Z-Score* yang sesuai dengan usia anak. Tabel *Z-Score* ini menjadi patokan untuk menentukan kategori status gizi berdasarkan nilai standar deviasi (SD) dari median tersebut. Rumus IMT per Umur (IMT/U) berbeda-beda sesuai usia anak, dan hasilnya diklasifikasikan ke dalam kategori status gizi berdasarkan *Z-Score* sebagai berikut sangat kurus bila  $Z\text{-Score} < -3 \text{ SD}$ , kurus  $-3 \text{ SD s/d} < -2 \text{ SD}$ , normal  $-2 \text{ SD s/d} 1 \text{ SD}$ , overweight  $1 \text{ SD s/d} 2 \text{ SD}$ , obesitas  $> 2 \text{ SD}$  (Andrea Putri Sekar Tunjung *et al.*, 2024).

### 3. Klasifikasi IMT Untuk Anak Remaja

Di Indonesia, penilaian status gizi untuk anak ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2020 terkait Standar Antropometri Anak, yang juga mengacu pada standar WHO. Kemenkes menggunakan IMT/U bagi anak berusia 5 sampai 18 tahun dengan klasifikasi status gizi sebagai berikut berdasarkan *Z-Score*: Gizi Buruk (*Severe Thinness*):  $\text{IMT/U} < -3 \text{ SD}$ ; Gizi Kurang (*Thinness*):  $\text{IMT/U}$  antara  $-3 \text{ SD}$  sampai  $< -2 \text{ SD}$ ; Gizi Baik (Normal):  $\text{IMT/U}$  antara  $-2 \text{ SD}$  sampai  $+1 \text{ SD}$ ; Gizi berlebih (*Overweight*):  $\text{IMT/U}$  antara  $+1 \text{ SD}$  sampai  $+2 \text{ SD}$ ; Obesitas (*Obese*):  $\text{IMT/U} > +2 \text{ SD}$  (Budi *et al.*, 2020a). Sementara menurut WHO menggunakan pendekatan IMT-for-age percentiles untuk anak usia 2 sampai 19 tahun, dengan kategori sebagai berikut: Underweight (Kurus):  $\text{IMT-for-age} < 5\text{th percentile}$ ; Normal (Sehat):  $\text{IMT-for-age}$  5th sampai  $< 85\text{th percentile}$ ; Overweight (Berat Badan Lebih):  $\text{IMT-for-age}$  85th sampai  $< 95\text{th percentile}$ ; Obesitas:  $\text{IMT-for-age} \geq 95\text{th percentile}$  Sementara

menurut WHO menggunakan pendekatan *IMT-for-age percentiles* untuk anak usia 2 sampai 19 tahun, dengan kategori sebagai berikut: *Underweight* (Kurus): *IMT-for-age* < 5<sup>th</sup> percentile; Normal (Sehat): *IMT-for-age* 5<sup>th</sup> sampai < 85<sup>th</sup> percentile; *Overweight* (Berat Badan Lebih): *IMT-for-age* 85<sup>th</sup> sampai < 95<sup>th</sup> percentile; *Obesitas*: *IMT-for-age* ≥ 95<sup>th</sup> percentile (Hampl et al., 2023).

#### 4. Massa Lemak

Tubuh manusia memiliki komposisi yang terbagi menjadi dua yakni massa non lemak (*Lean Body Mass/LBM*) serta massa lemak. Massa lemak merupakan berat lemak tubuh yang ditemukan pada jaringan otot, area subkutan, dan di sekitar organ tubuh. Sedangkan massa non lemak tersusun atas tulang, otot, organ, air dan jaringan penyusun tubuh. Dalam pengukuran komposisi tubuh dapat menggunakan metode Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), yang mampu menganalisis lemak tubuh dengan mengukur impedansi tubuh manusia (Sulistyo et al., 2023)

Penurunan dan peningkatan berlebihan pada massa tubuh memberi dampak yang tidak bagus bagi perenang, serta LBM berkaitan dengan status kesehatan manusia karena lebih memiliki risiko pada penyakit kardiovaskule (Ernalina et al., 2021).

#### 5. Massa Otot

Otot merupakan jaringan penghubung tubuh yang memiliki tugas utama dalam membuat setiap bagian tubuh maupun substansi dalam tubuh bergerak. Terdapat 3 macam sel otot pada tubuh yakni otot polos, otot jantung, serta otot lurik atau biasa disebut otot rangka yang memiliki peran

utama pada mobilitas kerangka tubuh seseorang. Otot rangka dapat mengalami perubahan yang fleksibel dalam jangka panjang sesuai dengan aktivitas yang dilakukan, perubahan yang terjadi pada otot yaitu pada kapasitas oksidatif untuk sintesis ATP dan adanya perubahan diameter otot. (Mustiadi, 2017)

## 6. Faktor

- a. Asupan makan adalah cara seseorang memilih dan mengonsumsi bahan makanan. Kecukupan asupan gizi seperti protein, karbohidrat serta lemak memberi kontribusi besar pada kememadai status gizi maupun energi yang ideal. Kekurangan atau kelebihan asupan dapat mempengaruhi status gizi secara langsung (Widiastuti & Widyaningsih, 2023)
- b. Aktivitas fisik mencakup semua gerakan tubuh yang melibatkan otot rangka dan memerlukan energi untuk bergerak, aktivitas ini mempengaruhi metabolisme tubuh, terutama dalam penggunaan glukosa untuk menghasilkan energi (ATP). Kurangnya aktivitas fisik atau gaya hidup *sedentary* dapat mengganggu keseimbangan energi, meningkatkan IMT, dan kadar glukosa darah, yang berdampak negatif pada status gizi b. Aktivitas fisik mencakup seluruh pergerakan tubuh yang terkait akan otot rangka serta butuh energi dalam membuat gerakan, kegiatan ini mempengaruhi metabolisme tubuh, terutama dalam penggunaan glukosa dalam memproduksi energi (ATP). Kurangnya kegiatan fisik atau pola hidup *sedentary* bisa memengaruhi

kesetimbangan energi, meningkatkan IMT, dan kadar glukosa darah, yang berdampak negatif pada status gizi (Jati *et al.*, 2023)

- c. Jenis kelamin merupakan faktor internal yang memengaruhi kebutuhan gizi karena ketidaksamaan sosial maupun biologis. Dari segi biologis, ketidaksamaan pada taraf metabolisme basal, komposisi tubuh, serta regulasi hormonal punya peranan fundamental pada penetapan kebutuhan nutrisi seseorang pria maupun wanita. Contohnya, wanita biasanya perlu zat besi lebih banyak dikarenakan menstruasi, sementara pria bisa jadi kebutuhan kalornya lebih tinggi dikarenakan proporsi massa otot tubuhnya lebih besar (Mardalena, 2022). Perbedaan komposisi tubuh ini juga mempengaruhi pemahaman hasil antropometri dalam meninjau status gizi (Putri, 2024)
- d. Faktor genetik yakni faktor yang tidak bisa dimodifikasi, sebab diwariskan melalui orang tua kepada keturunannya yakni anak. Kondisi seperti tinggi badan yang pendek atau obesitas seringkali dipengaruhi oleh genetika. Jikalau faktor genetik ini tidak ditunjang dengan optimalisasi asupan gizi, dapat menyebabkan kegagalan pertumbuhan dan status gizi yang tidak sehat pada generasi berikutnya (Yunianto *et al.*, 2023).
- e. Penyakit infeksi dapat menyebabkan individu kehilangan selera makan, yang menimbulkan terjadinya kekurangan jumlah asupan yang dikonsumsi bagi tubuh. Penyakit infeksi ini dapat menimbulkan nafsu makan menurun atau sukar untuk menelan maupun mencerna makanan, sehingga konsumsi makanan pada tubuh dapat terus mengalami

penurunan, hal demikian bisa menimbulkan kekurangan gizi (Sari & Agustin, 2023)

## 7. IMT dengan Status Gizi dan Performa Atlet

Ketidakmampuan atlet untuk memulihkan rasa lelah menjadi masalah utama yang dapat menurunkan konsentrasi dan performa saat berlatih maupun bertanding. Performa atlet sangat menentukan keberhasilan dalam pertandingan, sehingga stamina yang kuat sangat dibutuhkan agar atlet tidak mudah merasa lelah. Namun, penurunan stamina dan kelelahan yang cepat sering dialami oleh atlet, menjadi hambatan bagi prestasi mereka, khususnya di Indonesia (Dieny *et al.*, 2020).

Salah satu faktor yang memengaruhi kelelahan otot ialah status gizi. Status gizi yang baik berkontribusi positif terhadap performa atlet dan meningkatkan produktivitas mereka. Komposisi tubuh, termasuk lemak tubuh dan berat badan, sangat berkaitan dengan aspek-aspek fisik meliputi kecepatan, kekuatan, kelincahan, daya tahan, serta penampilan atlet. Oleh karena itu, menjaga status gizi yang optimal sangat penting untuk mendukung performa dan ketahanan fisik atlet selama latihan dan pertandingan (Laswati, 2019).

### C. Renang Gaya Bebas

#### 1. Definisi

Renang gaya bebas merupakan teknik berenang menggunakan posisi dada menghadap ke permukaan air, kedua tangan digerakkan bergantian ke depan melalui gerakan mendayung, sedangkan kedua kaki bergantian ditendangkan ke atas dan ke bawah. Saat melakukan

renang gaya bebas, posisi wajah dihadapkan ke permukaan air, pernafasan dilaksanakan ketika lengan dibuat bergerak ke luar air, ketika tubuh di posisi miring serta kepala dibuat berpaling ke samping. Ketika melakukan pengambilan nafas, perenang dapat melakukan hal itu ketika lengan keluar dari air, dengan tubuh sedikit miring serta kepala dipalingkan ke samping. Perenang dapat membuat pilihan untuk menolehkan kepala ke kanan atau kiri saat mengambil napas (Malik *et al.*, 2015).

## 2. Komponen Utama Dan Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan

Olahraga renang gaya bebas menuntut keselarasan berbagai komponen fisik dan teknik agar mencapai performa yang optimal. Pada komponen fisik menurut (Candra Ababil, 2022) perenang harus memiliki:

- a. Kekuatan (*strength*), kemampuan otot melawan beban untuk mendorong tubuh di air.
- b. Daya Tahan (*Endurance*), kapabilitas organ tubuh dalam menangkis rasa lelah sepanjang aktivitas renang, penting terutama untuk nomor jarak menengah dan jauh.
- c. Daya Otot (*Muscular Power*), kemampuan mengerahkan tenaga maksimal dalam waktu singkat, misalnya saat start dan pembalikan.
- d. Kecepatan (*Speed*), merupakan kemampuan melakukan gerakan secepat mungkin.
- e. Kelentukan (*Flexibility*), kapabilitas tubuh membuat gerakan melalui ruang sendi maksimal, penting untuk efisiensi gerakan dan mencegah cedera.

- f. Kelincahan (*Agility*), merupakan kapabilitas membuat perubahan arah dengan cepat tanpa kehilangan keseimbangan.
- g. Keseimbangan (*Balance*), kemampuan mempertahankan posisi tubuh di air, penting untuk menjaga streamline dan efisiensi gerakan.
- h. Koordinasi (*Coordination*), sinkronisasi gerakan tangan, kaki, dan pernapasan untuk menghasilkan teknik renang yang efisien.
- i. Ketepatan (*Accuracy*), kemampuan mengendalikan gerakan secara tepat, misalnya saat start, pembalikan, dan finish.

Untuk komponen teknik, menurut (Fendi Setyawan *et al.*, 2024) para perenang harus menguasai beberapa elemen utama yaitu:

- a. Posisi tubuh harus sejajar atau *streamline* pada permukaan air untuk meminimalisir hambatan.
- b. Gerakan kaki, gerakan naik-turun dari pangkal paha, berfungsi untuk keseimbangan dan dorongan ke depan.
- c. Gerakan tangan menjadi penggerak utama tubuh untuk maju kedepan dan mengalami fase menarik (*pull*), mendorong (*push*), dan *recovery*.
- d. Gerakan menarik napas, dilakukan dengan koordinasi antara gerakan tangan dan kepala, agar ritme renang tidak terganggu.
- e. Start, Pembalikan, dan *Finish*, teknik start yang benar sangat menentukan hasil perlombaan.

## D. Kecepatan Sebagai Indikator Performa

### 1. Definisi Kecepatan Renang

Kecepatan yakni kapabilitas dalam membuat berbagai gerakan yang sejenis secara berulang kali atau keterampilan dalam melintasi suatu jarak dengan waktu yang sesingkat mungkin, kecepatan mengukur seberapa cepat seseorang dapat menyelesaikan suatu gerakan atau jarak tertentu secara berulang atau tunggal. (Setyo Wicaksono *et al.*, 2017)

### 2. Pengukuran Kecepatan Renang

Menurut (Gilang Ramadhan *et al.*, 2016) Standar pengukuran kecepatan renang, khususnya pada nomor 50 meter gaya bebas, umumnya dilakukan dengan mengukur waktu tempuh menggunakan alat-alat berikut:

- a. *Stopwatch manual* merupakan sebuah metode tradisional yang paling umum digunakan, yaitu mencatat waktu mulai saat aba-aba *start* dan waktu selesai saat perenang menyentuh dinding *finish*. Metode ini merupakan metode paling sederhana, namun rentan terhadap *human error* dan kurang presisi.
- b. Instrumen berbasis *Microcontroller* (Arduino UNO), merupakan sebuah alat yang menggunakan *sensor laser*, *buzzer*, dan *receiver* yang dipasang di titik *start*, *finish*, dan beberapa segmen jarak (misal tiap 10 meter).

Instrumen ini dapat mengukur waktu tempuh dan kecepatan perenang secara otomatis, serta menampilkan data secara *real-time* pada komputer. Pengukuran per segmen membantu analisis kecepatan maksimal, deselerasi, dan daya tahan kecepatan perenang. Alat ini telah

diuji reliabilitasnya dan terbukti lebih akurat dibanding *stopwatch manual*.

- c. *Swimming TouchPad* (standar internasional), digunakan dalam kompetisi resmi, *touchpad* ini secara otomatis merekam waktu saat perenang menyentuh dinding *start*, pembalikan, dan *finish*. Alat ini telah diuji reliabilitasnya dan terbukti lebih akurat dibanding *stopwatch manual*.

### 3. Relevansi Kecepatan Renang Sebagai Indikator Kecepatan

Kecepatan renang sangat relevan sebagai indikator performa dalam olahraga renang, khususnya pada gaya bebas 50 meter. Kecepatan renang mencerminkan kemampuan atlet untuk menempuh jarak tertentu dalam waktu sesingkat mungkin, yang merupakan tolak ukur utama dalam kompetisi renang gaya bebas 50 meter. Kecepatan ini dipengaruhi oleh faktor fisik seperti kekuatan otot, kelincahan, dan kelentukan yang secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan performa renang. Kecepatan renang berkorelasi positif dan signifikan dengan kecepatan gerakan, kekuatan otot, kelincahan, dan kelentukan. Kekuatan dan kelincahan menunjukkan korelasi paling kuat dengan kecepatan renang, menegaskan bahwa pengembangan faktor-faktor ini sangat penting untuk meningkatkan performa. (Fendi Setyawan *et al.*, 2024)

## E. Teori Biomekanik Pada Renang

Dalam renang, medium yang dilintasi yakni cairan, medium cairan ini lebih pekat daripada medium udara serta kepekatan tersebut memberi tahanan

202210490311089  
Nadila Mufida Aurelia Alviana  
Prodi Fisioterapi

(resistensi) lebih besar terhadap tiap benda yang membuat pergerakan di dalamnya. Demi mengurangi hambatan ketika berenang, dibutuhkan upaya melalui posisi badan yang sejajar dengan permukaan air. Sejajarnya posisi badan dengan permukaan air membuat hambatan menjadi kecil sebab penampang yang terkena tahanan lebih kecil daripada berbagai posisi badan lainnya. (Tjahyo Kuntjoro, 2015)

Posisi badan sejajar dengan permukaan air yang memiliki hambatan kecil pada renang ini dikenal sebagai Streamline. Selain memberi resistensi pada perenang, medium pun memberi kekuatan ke atas secara vertikal yang dikenal sebagai kekuatan mengapung dalam menahan perenang. Kekuatan apung besarnya sama dengan berat air yang dipindah oleh tubuh ketika mengapung. Dari segi matematis, tubuh dapat mengapung bila berat badan kurang dari atau sama dengan kekuatan mengapung maksimal. Bila berat badan melebihi kekuatan mengapung, artinya tubuh bisa tenggelam. Keterampilan mengapung terhadap berat badan (menjaga posisi badan secara statis di permukaan air) ialah hal yang paling fundamental dalam renang (Tjahyo Kuntjoro, 2015)

#### **F. Teori Pertumbuhan Dan Perkembangan Anak**

Pertumbuhan dapat diartikan menjadi peningkatan ukuran serta banyaknya sel, maupun jaringan antar sel selaku peningkatan sebagian atau semua ukuran fisik maupun struktur tubuh hingga bisa dilaksanakan pengukuran berdasarkan panjang serta berat. Pertumbuhan terjadi di waktu yang sama dengan perkembangan (Darmawan, 2019). Pertumbuhan pada anak bukan sekadar terjadi dari segi fisik, tetapi dalam ukuran maupun struktur otak, organ tubuh,

202210490311089  
Nadila Mufida Aurelia Alviana  
Prodi Fisioterapi

peningkatan kapasitas (kemampuan) struktur maupun fungsi tubuh yang semakin kompleks sekaligus terprediksi dengan cara sistematis hingga bisa diperkirakan menjadi hasil dari proses pematangan. Dalam fase ini, ada proses diferensiasi sel tubuh, jaringan tubuh, sistem organ, serta organ yang mengalami perkembangan sedemikian rupa hingga masing-masing bisa memenuhi fungsinya, termasuk perkembangan intelektual, emosional, serta perilaku yang dihasilkan melalui interaksi dengan lingkungan (Sukatin *et al.*, 2020). Perkembangan ialah penambahan fungsi serta struktur tubuh yang lebih kompleks dalam kemampuan motorik halus serta kasar, bahasa serta bicara, maupun kemandirian serta sosialisasi. Perkembangan ialah hasil interaksi kematangan sistem saraf pusat dengan organ yang dipengaruhinya, contohnya perkembangan bahasa, sistem neuromuskular, sosialisasi, hingga emosi (Darmawan, 2019).

