

**PERAN ILMU ANATOMI DAN FISILOGI  
DALAM MENINGKATKAN PRESTASI ATLET BULUTANGKIS**

**OLEH:**

**dr. Hamidie Ronald, M.Pd, AIFO**

**Disampaikan pada Pelatihan Pelatih Bulutangkis**

**Tingkat Muda**

**Jakarta 15 – 21 Nopember 2009**

**PENGURUS BESAR**

**PERSAUAN BULUTANGKIS SELURUH INDONESIA**

## ANATOMI OTOT

Otot merupakan alat gerak aktif karena kemampuan berkontraksi . otot memendek jika sedang berkontraksi dan memanjang jika berelaksasi. Kontraksi otot terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan , sedangkan relaksasi otot terjadi jika otot sedang beristirahat.

Dengan demikian otot memiliki 3 karakter , yaitu:

**a. Kontraksibilitas** yaitu kemampuan otot untuk memendek dan lebih pendek dari ukuran semula, hal ini terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan.

**b. Ektensibilitas**, yaitu kemampuan otot untuk memanjang dan lebih panjang dari ukuran semula.

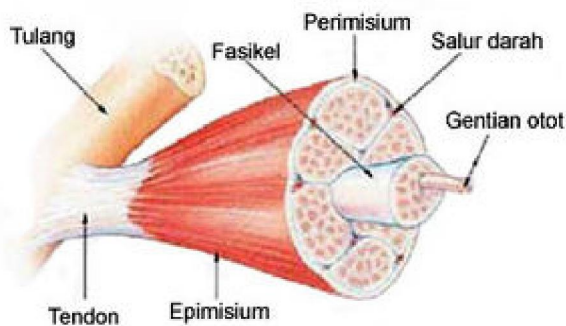
**c. Elastisitas**, yaitu kemampuan otot untuk kembali pada ukuran semula.

Otot tersusun atas dua macam filamen dasar, yaitu filament aktin dan filament miosin. Filamen aktin tipis dan filament miosin tebal. Kedua filamen ini menyusun miofibril. Miofibril menyusun serabut otot dan serabut otot-serabut otot menyusun satu otot.

### 1. Jenis – Jenis Otot

Berdasarkan bentuk morfologi, sistem kerja dan lokasinya dalam tubuh, otot dibedakan menjadi tiga, yaitu otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

#### a. Otot lurik (Otot Rangka)



Otot lurik disebut juga otot rangka atau otot serat lintang. Otot ini bekerja di bawah kesadaran. Pada otot lurik, fibril-fibrilnya mempunyai jalur-jalur melintang gelap (anisotrop) dan terang (isotrop) yang tersusun berselang-selang. Sel-selnya berbentuk silindris dan mempunyai banyak inti. Otot rangka dapat berkontraksi dengan cepat dan mempunyai periode istirahat berkali - kali. Otot rangka ini memiliki kumpulan serabut yang dibungkus oleh fascia super fasialis.

**Gabungan otot berbentuk kumparan dan terdiri dari bagian**

1. **ventrikel (empal)**, merupakan bagian tengah yang menggembung
2. **urat otot (tendon)**, merupakan kedua ujung yang mengecil.

Urut otot (tendon) tersusun dari jaringan ikat dan bersifat keras serta liat. **Berdasarkan cara melekatnya pada tulang, tendon dibedakan sebagai berikut ini:**

1. **Origo** merupakan tendon yang melekat pada tulang yang tidak berubah kedudukannya ketika otot berkontraksi.
2. **Inersio** merupakan tendon yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi.

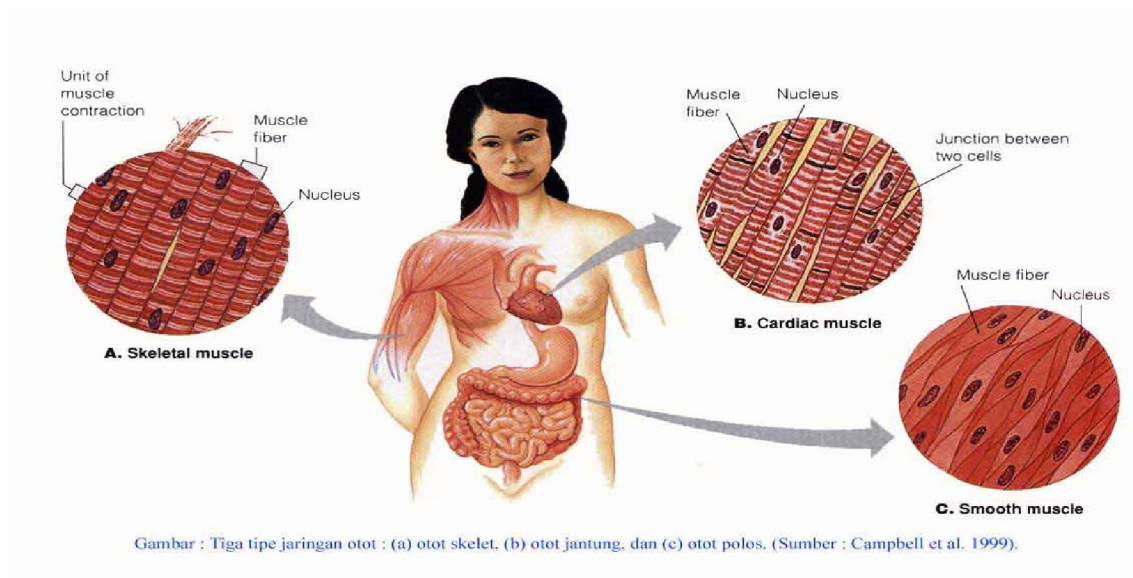
Otot yang dilatih terus menerus akan membesar atau mengalami hipertrofi, Sebaliknya jika otot tidak digunakan (tidak ada aktivitas) akan menjadi kisut atau mengalami atrofi.

## b. Otot Polos

Otot polos disebut juga otot tak sadar atau otot alat dalam (otot viseral). Otot polos tersusun dari sel – sel yang berbentuk kumparan halus. Masing – masing sel memiliki satu inti yang letaknya di tengah. Kontraksi otot polos

tidak menurut kehendak, tetapi dipersarafi oleh saraf otonom. **Otot polos terdapat pada alat-alat dalam tubuh, misalnya pada:**

1. **Dinding saluran pencernaan**
2. **Saluran-saluran pernapasan**
3. **Pembuluh darah**
4. **Saluran kencing dan kelamin**



### c. Otot Jantung

Otot jantung mempunyai struktur yang sama dengan otot lurik hanya saja serabut – serabutnya bercabang - cabang dan saling beranyaman serta dipersarafi oleh saraf otonom.

Letak inti sel di tengah. Dengan demikian, otot jantung disebut juga otot lurik yang bekerja tidak menurut kehendak.

## 2. Fungsi Otot

Otot dapat berkontraksi karena adanya rangsangan. Umumnya otot berkontraksi bukan karena satu rangsangan, melainkan karena suatu rangkaian rangsangan berurutan. Rangsangan kedua memperkuat rangsangan pertama dan rangsangan ketiga memperkuat rangsangan kedua. Dengan demikian terjadilah ketegangan atau tonus yang maksimum. Tonus yang maksimum terus – menerus disebut tetanus.

## 3. Sifat Kerja Otot

Sifat kerja otot dibedakan atas antagonis dan sinergis seperti berikut ini:

### a. Antagonis

''' *Antagonis adalah kerja otot yang kontraksinya menimbulkan efek gerak berlawanan, contohnya adalah:*

- 1. Ekstensor (meluruskan) dan fleksor (membengkokkan), misalnya otot trisep dan otot bicep.*
- 2. Abduktor (menjauhi badan) dan adductor (mendekati badan) misalnya gerak tangan sejajar bahu dan sikap sempurna.*
- 3. Depresor (ke bawah) dan adduktor (ke atas), misalnya gerak kepala merunduk dan menengadahkan.*
- 4. Supinator (menengadahkan) dan pronator (menelungkup), misalnya gerak telapak tangan menengadahkan dan gerak telapak tangan menelungkup.*

### b. Sinergis

Sinergis adalah otot-otot yang kontraksinya menimbulkan gerak searah. Contohnya pronator teres dan pronator kuadratus.

#### 4. Mekanisme Gerak Otot

Dari hasil penelitian dan pengamatan dengan mikroskop elektron dan difraksi sinar X, Hansen dan Huxly (1955) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model sliding filaments.

Model ini menyatakan bahwa kontraksi didasarkan adanya dua set filamen di dalam sel otot kontraktil yang berupa filament aktin dan filamen miosin.. Rangsangan yang diterima oleh asetilkolin menyebabkan aktomiosin mengerut (kontraksi). Kontraksi ini memerlukan energi.

Pada waktu kontraksi, filamen aktin meluncur di antara miosin ke dalam zona H (zona H adalah bagian terang di antara 2 pita gelap). Dengan demikian serabut otot menjadi memendek yang tetap panjangnya ialah ban A (pita gelap), sedangkan ban I (pita terang) dan zona H bertambah pendek waktu kontraksi.

Ujung miosin dapat mengikat ATP dan menghidrolisisnya menjadi ADP. Beberapa energi dilepaskan dengan cara memotong pemindahan ATP ke miosin yang berubah bentuk ke konfigurasi energi tinggi. Miosin yang berenergi tinggi ini kemudian mengikatkan diri dengan kedudukan khusus pada aktin membentuk jembatan silang. Kemudian simpanan energi miosin dilepaskan, dan ujung miosin lalu beristirahat dengan energi rendah, pada saat inilah terjadi relaksasi. Relaksasi ini mengubah sudut perlekatan ujung myosin menjadi miosin ekor. Ikatan antara miosin energi rendah dan aktin terpecah ketika molekul baru ATP bergabung dengan ujung miosin. Kemudian siklus tadi berulang lagi.

#### 6. Sumber Energi untuk Gerak Otot

ATP (Adenosht Tri Phospat) merupakan sumber energi utama untuk kontraksi otot. ATP berasal dari oksidasi karbohidrat dan lemak. Kontraksi otot merupakan interaksi antara aktin dan miosin yang memerlukan ATP.



**Aktin + Miosin ----- Aktomiosin**

**ATPase**

Fosfokreatin merupakan persenyawaan fosfat berenergi tinggi yang terdapat dalam konsentrasi tinggi pada otot. Fosfokreatin tidak dapat dipakai langsung sebagai sumber energi, tetapi fosfokreatin dapat memberikan energinya kepada ADP.

**kreatin**

**Fosfokreatin + ADP ----- keratin + ATP**

**Fosfokinase**

Pada otot lurik jumlah fosfokreatin lebih dari lima kali jumlah ATP. Pemecahan ATP dan fosfokreatin untuk menghasilkan energy tidak memerlukan oksigen bebas. Oleh sebab itu , fase kontraksi otot sering disebut fase anaerob.

## **5. Kelainan pada Otot**

Kelainan pada otot dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

### **a. Atrofi**

Atrofi merupakan suatu keadaan mengecilnya otot sehingga kehilangan kemampuan berkontraksi.

### **b. Kelelahan Otot**

Kelelahan otot terjadi karena terus menerus melakukan aktivitas, dan bila ini berlanjut dapat terjadi kram.

### **c. Tetanus**

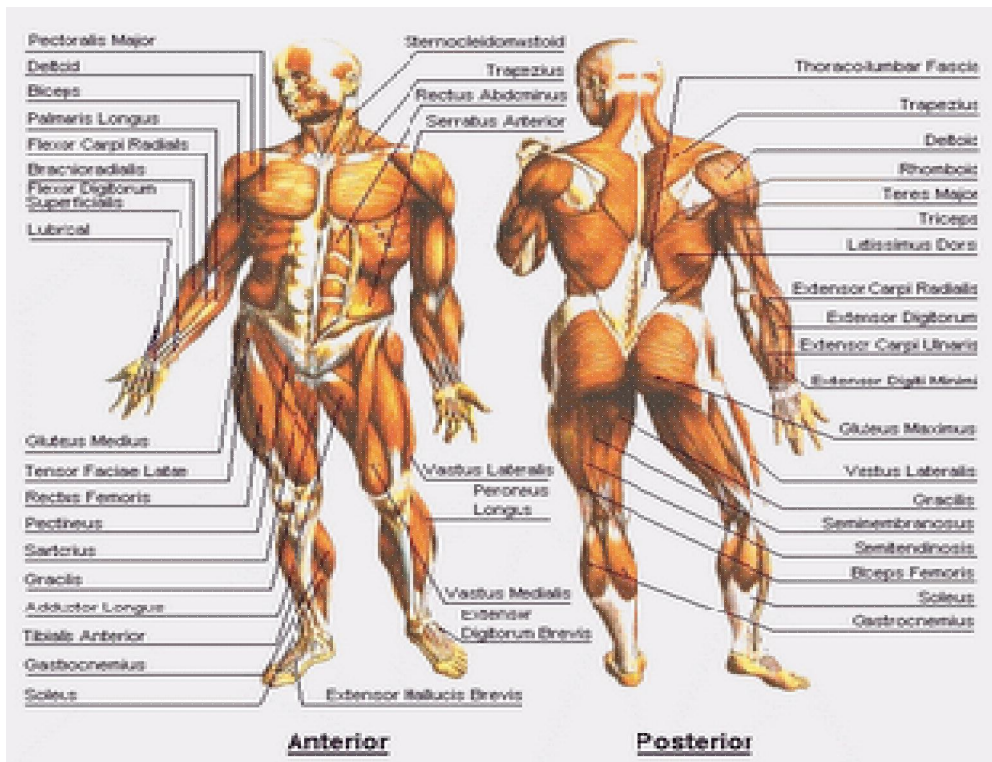
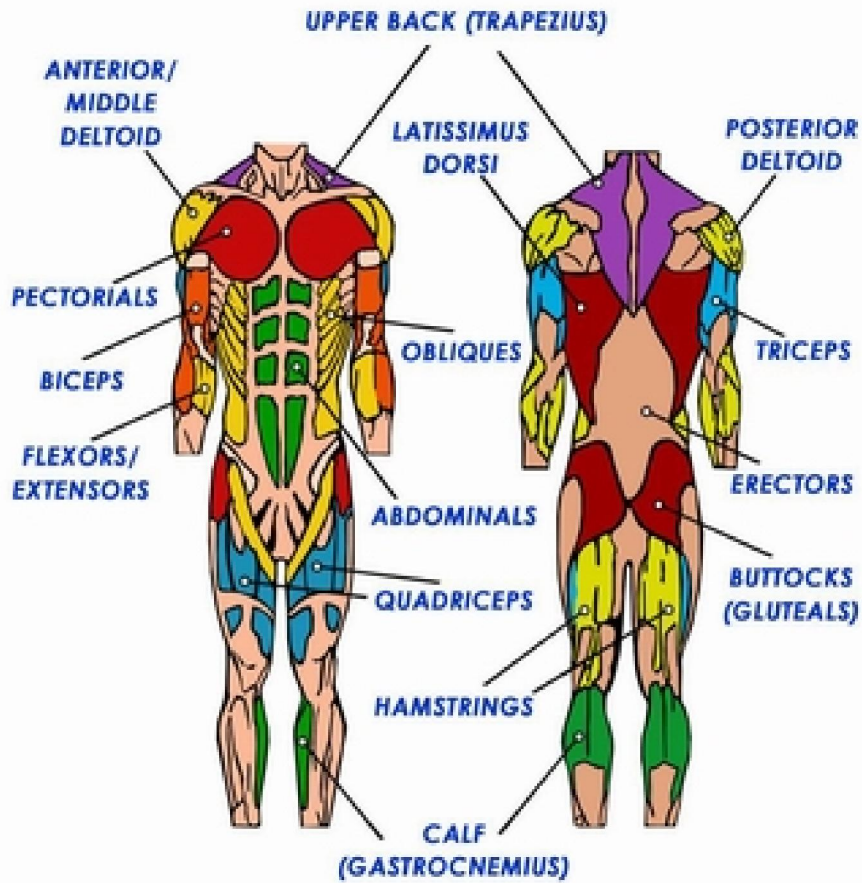
Tetanus adalah otot yang terus menerus berkontraksi (tonus atau kejang) akibat serangan bakteri Clostridium tetani.

### **d. Miastenia Gravis**

Miastenia Gravis adalah melemahnya otot secara berangsur-angsur sehingga menyebabkan kelumpuhan bahkan kematian. Penyebabnya belum diketahui dengan pasti.

### **e. Kaku Leher (Stiff)**

Stiff adalah peradangan otot trapesius leher sehingga leher terasa kaku. Stiff terjadi akibat kesalahan gerak.



## ERGOSISTEMA

### I. Pendahuluan

Ilmu Faal (fisiologi) khususnya ilmu faal olahraga menjanjikan suatu hasil karya besar bagi pelatih yang tahu cara menerapkannya dalam melatih dan mencapai prestasi tinggi olahraga, oleh karena melatih tiada lain ialah meningkatkan kemampuan fungsional yang berarti harus menerapkan ilmu faal olahraga dalam proses pelatihannya.

Melatih suatu cabang olahraga prestasi adalah meningkatkan kemampuan fungsional raga yang sesuai dengan tuntutan penampilan cabang olahraga itu sampai ketinggian yang "maksimal", baik pada aspek kemampuan dasar maupun pada aspek ketrampilan teknisnya. Meningkatkan kemampuan fungsional hanya dapat dilakukan dengan benar, baik dan efisien apabila pelatih memiliki pengetahuan tentang mekanisme kerja dan mekanisme respon organ-organ tubuh terhadap latihan pembebanan dan latihan ketrampilan.

Dalam pelaksanaan pelatihan, setiap instruksi latihan yang akan dijalankan oleh para atlet untuk mencapai suatu tujuan harus jelas dasar Ilmu Faalnya agar benar-benar dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Atlet yang memahami tujuan pelatihan dan bagaimana mekanisme pencapaiannya akan lebih termotivasi untuk berlatih lebih baik. Sesungguhnya Ilmu Faal Olahraga adalah dasar dari ilmu Pelatihan, sehingga tanpa pengetahuan Ilmu Faal Olahraga maka pelaksanaan pelatihannya menjadi tidak ilmiah.

### II. KOMPONEN KEBUGARAN JASMANI

Ilmu Faal adalah ilmu yang mempelajari fungsi suatu struktur. Dalam hal ilmu Faal Olahraga struktur itu adalah Jasmani atau Raga beserta seluruh bagian-bagiannya. Oleh karena itu sebelum membicarakan fungsinya perlu lebih dahulu mengenali struktur struketur secara sistematis. Namun sebelumnya perlu diingat kembali struktur organisasi biologik tubuh manusia yang terdiri dari unsur kehidupan yang terkecil yaitu sel, sampai kepada wujud utuhnya yaitu manusia. Susunan organisasi biologik tersebut adalah sebagai berikut:

SEL ----> JARINGAN -> ORGAN -> SISTEMA -> ORGANISME (MANUSIA)

Dengan demikian maka jasmani dan raga (manusia) tersusun dari sekumpulan struktur-struktur yang secara anatomis disebut sebagai sistema dan terdiri Sistema:

1. Skelet ---- kerangka
2. Muscular --- Otot
3. Nervorum --- Saraf
4. Hemo hidro limfatik --- darah, cairan jaringan, getah bening
5. Respirasi --- pernafasan
6. Kardiovaskular --- Jantung, pembuluh darah
7. Termoregulasi --- tata suhu tubuh
8. Digestivus --- pencernaan
9. Eksresi -- pembuangan
10. Endokrin --- hormon
11. Sensoris --- penginderaan
12. Reproduksi --- pemulih generasi



Fungsi Jasmani yang terdiri dari berbagai macam sistem tersebut adalah: gerak, kerja, mempertahankan hidup, mendapatkan kepuasan hidup lahir bathin, Oleh karena itu jasmani dapat disebut sebagai satu SISTEM (Untuk) KERJA (SK) atau ERGOSISTEMA (ES).

Dalam menjalankan fungsinya sebagai satu ES, sistem anatomis tersebut secara fisiologis dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Perangkat Pelaksana Gerak disebut Ergosistema Primer (ES-I) atau Sistem Kerja Primer (SK-1) terdiri dari:

- sistem skelet
- sistem muskular
- sistem nervorum

2. Perangkat pendukung Gerak disebut sebagai ergosistema sekunder (ES-II) atau sistem Kerja Sekunder (SK-II) terdiri dari:

- sistem hemo hidro limfatik
- Sistem respirasi
- Sistem Kardivaskular

3. Perangkat pemulih/Pemelihara, disebut sebagai Ergosistema Tersier (ES – III) atau Sistem Kerja Tertier (SK-III) terdiri dari:

- Sistem digestivus
- Sistem termoregulasi
- Sistem ekskresi
- Sistem reproduksi

Ergosistema yang langsung berhubungan dengan aktivitas fisik adalah ES-I dan ES-II. ES-I disebut juga Ergosistema primer oleh karena ergosistema itulah yang pertama-tama mewujudkan gerak, dan ES-I sendiri tanpa harus didukung oleh ES-II, namun hanya untuk waktu yang terbatas, dan harus berhenti bila telah sampai batas maksimal kelelahan. ES-II disebut pula sebagai Ergosistema sekunder, oleh karena ia tidak mungkin menjadi aktif kecuali bila dirangsang oleh ES-I. Fungsi ES-II adalah mendukung kelangsungan fungsi ES-I, artinya bila kemampuan fungsional ES-II baik maka ES-I dapat berfungsi untuk waktu yang lebih panjang, karena tidak mudah lelah, artinya diperlukan waktu yang lebih panjang atau intensitas olahraga yang lebih tinggi untuk cepat sampai ke batas maksimal kelelahan.

Ergosistema I:  
Fungsi Dasar dan Kualitas Penampilannya

Anatomis	Fungsi Dasar (Fisiologis)	Kualitas
-Sistem skelet	Pergerakan Persendian	Luas Pergerakan
Sistem muskular	Kontraksi Otot	Kekuatan dan daya tahan otot
Sistem nervorum	Penghantar Rangsang	Koordinasi fungsi (otot)

Fungsi dasar sistem skelet dalam hubungan dengan aktivitas fisik terletak pada persendiannya dalam bentuk luas pergerakan persendian (fleksibilitas=kelentukan), yang merupakan kualitas dari pergerakan persendian itu. Fungsi dasar sistem muskular ialah kontraksi. Tidak ada fungsi lain dari otot kecuali berkontraksi. Perwujudan dari kontraksi otot dapat berupa kekuatan dan daya tahan otot. Inilah fungsi dasar otot yang bersifat endogen. Fungsi dasar susunan saraf (sistem

nervorum) ialah menghantarkan rangsang. Perwujudannya dalam hubungan dengan aktivitas fisik ialah kemampuan dalam mengkoordinasikan fungsi otot untuk menghasilkan ketepatan gerak.

Dari fungsi dasar tersebut dapat dikembangkan gerakan-gerakan yang berupa: kelincahan (agility), kecepatan (speed), dan power. Gerakan-gerakan tersebut diatas bersama-sama dengan fungsi-fungsi dasar lainnya merupakan penampilan dasar yang diperlukan oleh berbagai cabang olahraga; yang merupakan gabungan fungsi-fungsi dasar sistem-sistem (anatomis) penyusun ES-1. Oleh karena itu bila dijumpai kesulitan dalam meningkatkan gerakan-gerakan penampilan dasar tersebut di atas, haruslah dicari kembali pada komponen dasar fisiologisnya dan kemudian dilatih untuk dapat meningkatkan kualitas fungsi dasarnya. Misalnya kesulitan dalam meningkatkan kecepatan (speed) haruslah dicari kembali pada komponen dasar fisiologisnya yang terpenting yaitu kekuatan otot-otot yang bersangkutan, oleh karena hanya otot yang lebih kuat yang mampu menimbulkan gerakan yang lebih cepat, di samping peletihan khusus untuk kecepatan.

Contoh lain ialah misalnya dijumpai kesulitan dalam meningkatkan kelincahan (agility). Lebih dahulu harus dianalisa komponen dasar fisiologisnya apa saja yang menyusun kelincahan. Dari analisa terhadap gerakan kelincahan dapat dikemukakan bahwa untuk dapat meningkatkan kelincahan diperlukan latihan khusus terhadap:

- Luas pergerakan persendian untuk meningkatkan kelentukan
- Kekuatan otot untuk meningkatkan kecepatan gerak
- Koordinasi fungsi otot untuk meningkatkan ketepatan gerak dan memelihara keseimbangan.

Hal ini disebabkan oleh karena kelincahan memerlukan:

- Kelentukan
- Kecepatan gerak (speed)
- Ketepatan gerak (accuracy)

### Ergosistema II Fungsi dasar dan kualitas Penampilannya

Anatomis	Fungsi dasar (fisiologis)	Kualitas
Hemo-hidro-limfotik	Transportasi: O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> Nutrisi, sampah, panas	Daya tahan umum
Respirasi	Pertukaran O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub>	
Kardiovaskular	Sirkulasi	

Ketiga sistem anatomis dari ES-II secara bersama-sama menghasilkan satu kualitas yaitu daya tahan umum. Daya tahan umum sering juga disebut sebagai (general ) endurance atau kemampuan (kapasitas) aerobik.

Dengan demikian maka komponen dasar kebugaran jasmani (KJ) menurut ilmu faal terdiri dari:

1. Kemampuan/kualitas dasar ES-I:
  - Luas pergerakan persendian – flexibility
  - Kekuatan dan daya tahan otot
  - Koordinasi fungsi otot
2. Kemampuan / kualitas dasar ES-II :
  - Daya tahan umum

Demikianlah maka dengan memahami pengertian Sistem Kerja atau Ergosistema akan lebih mudah memahami komponen dasar KJ apa saja yang diperlukan oleh suatu cabang OR dan kualitas dasar ES mana yang perlu dilatih secara khusus untuk penampilan mutu tinggi cabang OR tersebut.

Dengan menganalisa lebih jauh terlihat bahwa komponen-komponen itu sesungguhnya terdiri dari:

- Komponen Anatomical Fitness: body composition
- Kondisi Kesehatan statis : biological function
- Komponen Physiological Fitness yang terdiri dari:
  - Kemampuan/kualitas dasar ES –I
    - Ø Muscle strength
    - Ø Muscle explosive power      Kekuatan dan daya tahan Otot
    - Ø Muscle endurance
    - Ø Flexibility—luas pergerakan persendian
    - Ø Reaction time—fungsi dasar saraf: menerima dan menghantarkan rangsang
    - Ø Coordination—koordinasi fungsi otot
    - Ø Balance = keseimbangan hasil dari koordinasi fungsi otot
  - Kemampuan/kualitas dasar ES – II:
    - Endurance-daya tahan umum—kapasitas aerobik
  - Kemampuan penampilan yang merupakan gabungan dari berbagai kemampuan/kualitas dasar ES-I:
    - Speed (kecepatan) dan agility (kelincahan)

## **SISTEM ENERGI DAN ZAT GIZI YANG DIPERLUKAN PADA OLAHRAGA AEROBIK DAN ANAEROBIK**

### **Pendahuluan**

Makanan yang kita makan sehari-hari dipecah menjadi partikel-partikel kecil di dalam saluran pencernaan untuk diabsorpsi dan ditransport ke berbagai sel-sel di dalam tubuh. Sel sel tubuh mentransformasi ke dalam energi kimia dalam bentuk sederhana yang dapat dipergunakan segera atau bentuk lain sebagai cadangan. Di dalam tubuh terdapat sejumlah sistem metabolisme energi yang dapat menyediakan energi sesuai kebutuhan ketika beristirahat atau *exercise*. Peranan energi dalam olahraga penting diperhatikan, misalnya kelelahan dapat terjadi akibat tidak cukupnya ketersediaan nutrient energi yang diperlukan dari glikogen otot atau glukosa darah. Mungkin juga akibat tidak berfungsi sistem energi secara optimal akibat defisiensi nutrient lain seperti vitamin dan mineral. Kelebihan lemak tubuh (*obese*) atau berkurangnya berat badan akibat hilangnya jaringan otot akan mempengaruhi *performance* atlet.<sup>1</sup> Dengan makanan yang optimal maka energi dapat tersedia dengan cukup, sehingga menghasilkan kemampuan kerja dan waktu pemulihan yang lebih baik, kelelahan dapat diatasi secara lebih efektif karena zat gizi cadangan dapat digunakan untuk kembali pada keadaan homeostasis. Oksigen, air dan zat gizi dibutuhkan untuk proses kehidupan. Makanan seorang atlet harus memenuhi semua zat gizi yang dibutuhkan untuk mengganti zat-zat gizi dalam tubuh yang berkurang akibat aktivitas sehari-hari dan olahraga. Menu seorang atlet harus mengandung semua zat gizi yang diperlukan yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air. Menu atlet disusun berdasarkan jumlah kebutuhan energi dan komposisi gizi penghasil energi yang seimbang.

### **Sistem metabolisme energi pada olahraga anaerobik**

*Adenosine triphosphate* (ATP) merupakan sumber energi yang terdapat di dalam sel-sel tubuh terutama sel otot yang siap dipergunakan untuk aktivitas otot. Terdapat 2 macam sistem pemakaian energi anaerobik yang dapat menghasilkan ATP selama *exercise* yaitu (1) sistem ATP-CP (2) sistem asam laktat.

(1) **Sistem ATP-CP** berguna untuk menggerakkan otot 6 – 8 detik, misalnya pada olahraga anaerobik seperti *sprint* 100 m, angkat besi, tolak peluru. Ketika ATP pecah menjadi

*Adenosine diphosphate* dan *phosphate inorganic* (Pi), dihasilkan energi yang dapat digunakan untuk kontraksi otot *skeletal* selama *exercise*. Tiap molekul ATP yang terurai diestimasikan sebanyak 7 – 12 kalori. Disamping ATP, otot *skeletal* juga mempunyai energi *phosphate* yang tinggi yaitu *creatine phosphate* (CP), yang dapat dipakai untuk menghasilkan ATP. ATP dan CP yang dapat digunakan segera, sangat sedikit tersedia di dalam tubuh. Cadangan CP di otot *skeletal* 3 – 5 kali lebih besar dari ATP yang tercadang di otot.

(2) **Sistem asam laktat** adalah sistem anaerobik dimana ATP dihasilkan pada otot *skeletal* melalui glikolisis. Sistem asam laktat penting untuk olahraga intensitas tinggi yang lamanya 20 detik – 2 menit seperti sprint 200 – 800 m, renang gaya bebas 100m. Glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Sistem ini penting untuk *exercise* anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5 – 2 menit melakukan *exercise* anaerobik, penumpukan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Melalui sistem ini dari 1 mol (180 gram) glikogen otot dihasil 3 molekul ATP.

### **Sistem metabolisme energi pada olahraga aerobik**

**Sistem oksigen/ aerobik** membutuhkan oksigen untuk memecahkan glikogen/glukosa menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O melalui siklus krebs (*Tricarboxylic acid*= TCA) dan sistem transport elektron. Glikogen atau glukosa dipecah secara kimia menjadi asam piruvat dan dengan adanya O<sub>2</sub> maka asam laktat tidak menumpuk. Asam piruvat yang terbentuk selanjutnya memasuki siklus Krebs dan sistem transport elektron. 3 Sistem aerobik digunakan untuk *exercise* yang membutuhkan energi lebih dari 3 menit seperti lari marathon, renang gaya bebas 1500 m. Reaksi aerobik terjadi dalam sel otot yaitu pada organel mitokondria. Sistem aerobik menghasilkan ATP lebih lambat daripada sistem ATP-CP dan asam laktat, tetapi produksi ATP jauh lebih besar. Dari pemecahan 1 mol atau 180 gram glikogen, pada keadaan oksigen cukup tersedia akan berubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan menghasilkan energi

sebanyak 39 mol ATP. CO<sub>2</sub> akan masuk ke dalam darah, dibawa ke paru untuk dikeluarkan dan diganti dengan O<sub>2</sub>. H<sub>2</sub>O berguna untuk sel sendiri, sebagian unsur sel terdiri dari H<sub>2</sub>O. Bahan yang dapat dipecahkan untuk sistem aerobik berasal dari glikogen, lemak (asam lemak) ataupun protein (asam amino) yang di dalamnya mengandung energi potensial yang terikat dalam susunan *nutrient internal*. Ketika energi potensial dibebaskan, akan ditransformasikan menjadi energi kinetik atau energi gerak, panas dll.<sup>2</sup>

Jadi secara garis besar sistem energi dalam olahraga terdiri dari anaerobik dan aerobik. Anaerobik adalah kegiatan olahraga yang secara umum tidak membutuhkan oksigen atau O<sub>2</sub>, sumber energi dari sistem ATP – CP dan asam laktat serta waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan sangat singkat, sehingga tidak memerlukan O<sub>2</sub> untuk pembakaran. Aerobik adalah kegiatan olahraga yang dilakukan secara kontinyu dalam waktu relatif lebih lama (diatas tiga menit) dan membutuhkan energi dari sistem oksigen yang berasal dari siklus TCA.

Secara ringkas bagaimana mekanisme tubuh menggunakan urutan sistem penggunaan energi dapat dilihat pada gambar 1. Ketika kita melakukan latihan fisik, otot-otot tubuh, sistem jantung, dan sirkulasi darah serta pernapasan diaktifkan. Pada awal latihan olahraga aerobik sumber utama yang dipergunakan 2 jam awal *exercise* adalah glukosa yang berasal dari glikogen di otot-otot. Apabila latihan terus dilanjutkan maka sumber tenaga dari glikogen otot berkurang, selanjutnya akan terjadi pemakaian glukosa darah dan asam lemak bebas. Makin ditingkatkan porsi latihan maka akan meningkat pemakaian glukosa yang berasal dari cadangan glikogen hepar. Bila latihan dilanjutkan lagi maka sumber tenaga terutama berasal dari asam lemak bebas hasil lipolisis jaringan lemak. Protein relatif sedikit berkontribusi dalam menghasilkan ATP (< 5% dari total energi untuk aktivitas). Pemakaian glikogen otot meningkat tajam seiring dengan meningkatnya latihan. Pada menit ke 40, penggunaan glukosa mencapai 7 sampai 20 kali dibanding istirahat, tergantung intensitas *exercise* yang dilakukan. Pada latihan dengan intensitas tinggi akan terjadi deplesi glikogen otot. Intensitas latihan 50, 75, 100% VO<sub>2</sub> max akan menyebabkan terjadinya glikogenolisis sebesar 0,7, 1,4, dan 3,4 mmol/kg bb/menit. Jadi jumlah bahan yang dibakar tergantung dari intensitas/derajat dan lamanya latihan serta kondisi fisik seseorang. Semua aktivitas fisik memerlukan energi. Kebutuhan energi yang diperlukan bervariasi sesuai dengan derajat kegiatan / aktivitas yang kita lakukan, sebagai contoh dengan jalan kaki 18 menit/km ( santai), 10 menit/km, 8 menit/km dan 5 menit/km untuk

berat badan 50 kg memerlukan energi masing-masing 2 kal/menit, 5 kal/menit, 6 kal/menit dan 10 kal/menit.

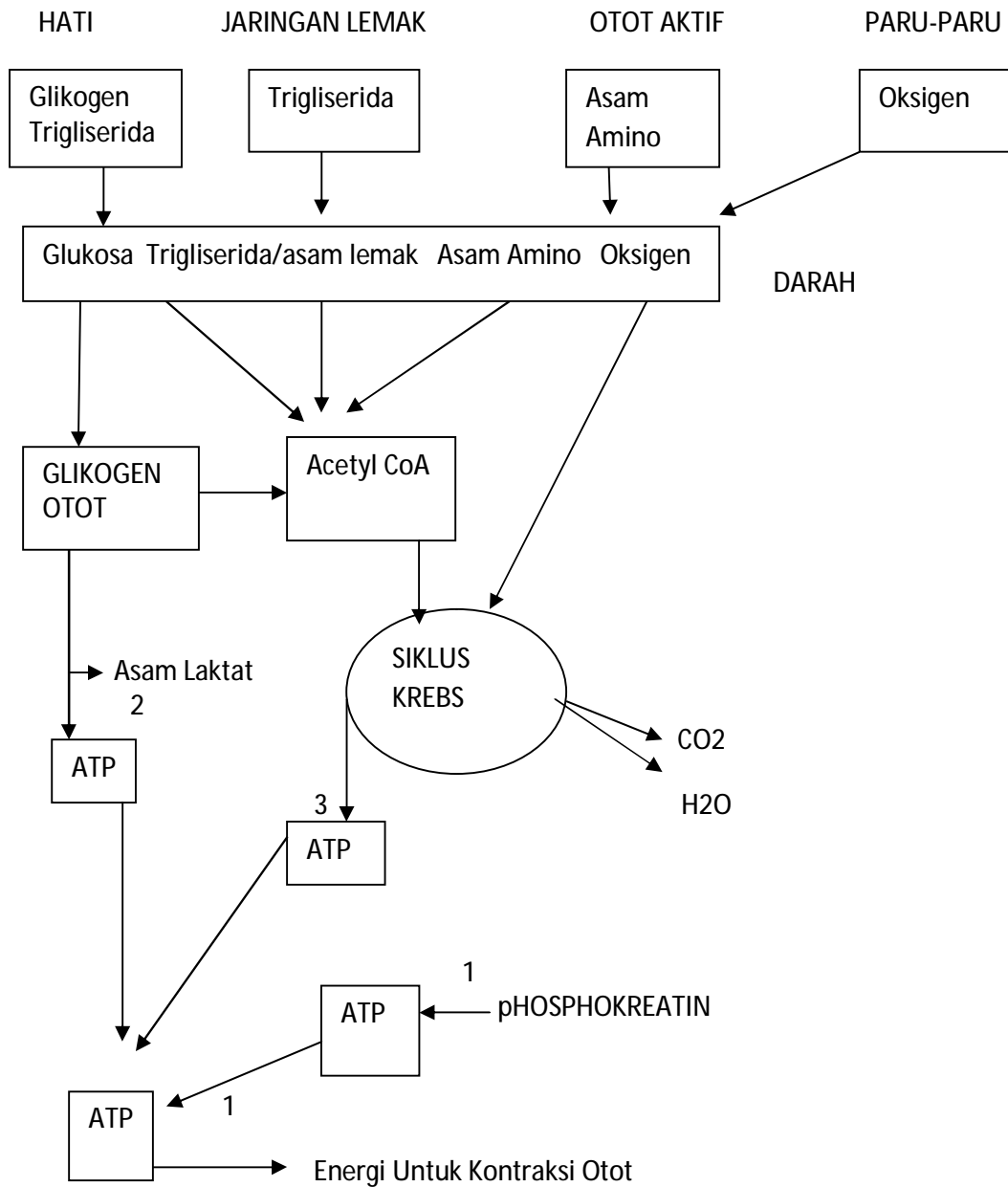
### **Penggunaan zat gizi**

Pada **metabolisme anaerobic** aliran darah belum cukup memberikan suplai oksigen ke otot, energi didapat terutama dari karbohidrat. Suplai energi awal berasal dari proses katabolisme anaerobik adenosin trifosfat (ATP) yang terdapat di dalam otot. Terjadinya kontraksi otot akibat adanya energi yang diperoleh dari perubahan ATP menjadi ADP. ATP → ADP + pelepasan energi. Energi selanjutnya diperoleh dari penguraian kreatin fosfat yang dengan cepat dapat menghasilkan ATP, namun simpanan creatin sangat terbatas sehingga energi yang dihasilkan hanya untuk beberapa detik saja. Energi anaerobik terbanyak didapat dari perubahan karbohidrat menjadi asam laktat.

Pada **metabolisme aerobik** energi didapat terutama dari karbohidrat dan lemak. Energi yang berasal dari proses aerobik mula-mula berasal dari penguraian glikogen otot. Latihan berat memerlukan cadangan karbohidrat (glikogen) dan deplesi glikogen akan menuju kearah kelelahan. Karbohidrat penting untuk *endurance*. Atlet dengan latihan berat, memerlukan energi expenditure 2 – 3 kali lebih besar dari individu yang tidak berlatih. Besar kebutuhan energi tergantung dari tiga area energi yang dikeluarkan yaitu: *basal metabolisme rate + spesifik dinamik action* + aktivitas fisik.

Dalam latihan perlu energi seimbang yaitu jumlah energi yang masuk sama dengan besarnya jumlah energi yang dikeluarkan. Seseorang akan dapat berprestasi maksimal apabila keseimbangan zat gizi ini dapat selalu terkontrol. Dalam diet yang baik, tidak hanya pemasukan energi yang diperhitungkan, tetapi proporsi karbohidrat, lemak dan protein dalam taraf yang mencukupi merupakan hal yang pokok dan jika terjadi kekurangan atau ketidak seimbangan pada salah satu di antara ketiganya, prestasi dan kesehatan atlet menjadi tidak optimal

**Gambar 1. Diagram urutan sistem penggunaan energi.**



Keterangan:

1. Sistem ATP –PC
2. Sistem Asam Laktat
3. Sistem Aerobik

Sumber: Melvins H. William, *Nutrition for Fitness and Sport*, Iowa : Wm. C. Brown Publishers, 1991, p. 29



## ANALISIS PENAMPILAN OLAHRAGA

### PENAMPILAN TOTAL MAKSIMAL

Pelatih lebih dulu harus membuat analisis penampilan cabang olahraga yang dikelolanya agar dapat memperhitungkan berapa banyak perhatian perlu diberikan untuk masing-masing komponennya dalam hubungannya dengan :

- Waktu yang tersedia
- Kondisi fisik atlet saat itu
- Sasaran kemampuan yang harus dicapai

Olahraga prestasi merupakan penampilan total maksimal setiap olahragawan, baik secara fisik maupun secara psikis.

Dari skema tersebut di atas terlihat jelas bahwa penampilan fisik/olahraga adalah penampilan Ergosistema yang dapat merupakan penampilan:

1. Kemampuan Dasar :
  - a. ES-I
  - b. ES-II
2. Kemampuan teknik
3. Kemampuan Gabungan 1 dan 2

Dengan kuantitas dan kualitas yang bervariasi sangat luas, dari mulai gerakan yang sangat ringan dan/atau sederhana sampai kepada gerakan yang sangat berat dan/atau kompleks. Dengan demikian terlihat pula bahwa semua gerakan/ olahraga dapat dibuat analisa penampilannya. Analisa penampilan itu terdiri dari:

- Kemampuan dasar ES-I
- Kemampuan dasar ES-II
- Keterampilan/teknik
- Gabungan dari 1,2 atau 3 tersebut di atas. Dengan kadarnya masing-masing sesuai dengan cabang olahraga.

Dengan membuat skema itu, maka akan menjadi lebih jelas dan mudah untuk memahami apakah olahraga itu masuk anerobik atau aerobik, komponen dasar kebugaran jasmani apa saja yang diperlukan, apakah komponen dasar KJnya telah mencapai standar minimal atau diperlukan untuk menampilkan mutu tinggi Cabor. Demikian pula lebih mudah memahami perlunya selalu membuat pengukuran dan pencatatan data kemajuan yang telah dicapai agar dapat selalu mengatur kembali jadwal latihan selanjutnya.

