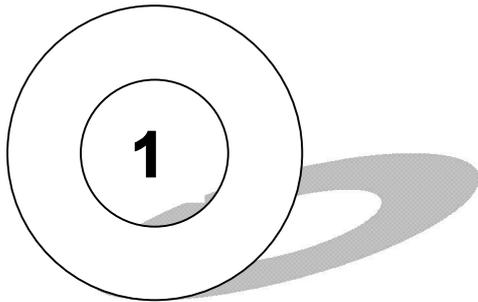


# BAHAN AJAR



## PERUBAHAN- PERUBAHAN POSITIF PADA TUBUH AKIBAT OLAHRAGA

---

### Perubahan Positif Pada Tubuh

Menyimak makna yang terkandung dalam pengertian olahraga nampaknya ada suatu tujuan yang ingin dicapai atau ingin didapat oleh manusia. Tentang hal termaksud bila dipelajari dari zaman ke zaman melalui kaca mata perkembangan sejarah olahraga, sosial budaya, pendidikan, kesehatan, rekreasi, dan ekonomi, sebenarnya tujuan dasar manusia berolahraga semata-mata hanya untuk mempertahankan kehidupannya. Karena itu tidak mengherankan bila menjelang era globalisasi yang penuh dengan persaingan dan kondisi alam yang semakin hari semakin tidak ramah, makin banyak pula manusia yang aktif berolahraga untuk meningkatkan kualitas kesegaran jasmaninya guna mempertahankan eksistensinya.

Olahraga pada dasarnya ibarat pisau bermata dua yang sisinya sama tajam. Di satu sisi olahraga dapat berdampak negatif dan di sisi lain olahraga dapat berdampak positif pada pelakunya. Artinya akibat aktivitas olahraga secara mendasar akan terjadi suatu perubahan terhadap sistem tubuh secara menyeluruh, ada yang negatif ada juga yang positif. Perubahan yang terjadi pada tubuh bila dikaji secara mendalam sebenarnya rumit dan bervariasi. Keadaan termaksud bila dipandang berdasarkan fakta lapangan yang negatif, secara umum dapat berupa cedera ringan hingga kerusakan yang dapat mengakibatkan pelakunya meninggal dunia. Sedangkan yang dimaksud dengan perubahan positif pada tubuh akibat olahraga, secara umum dapat dikatakan sebagai suatu pola atau mekanisme alat-alat tubuh untuk menyesuaikan diri dengan setiap beban kerja yang diberikan. Perubahan atau jawaban termaksud ada yang bersifat sementara dan ada yang bersifat menetap. Perubahan yang sifatnya sementara dapat segera diketahui, antara lain melalui perubahan frekuensi pernapasan dan perubahan frekuensi denyut nadi. Semakin berat latihan atau semakin tinggi intensitas latihan yang dilakukan, maka semakin cepat frekuensi pernapasan dan denyut nadi. Sedangkan perubahan yang sifatnya menetap, antara lain sebagai berikut:

- a. Ukuran otot bertambah besar
- b. Kekuatan dan daya tahan otot meningkat
- c. Hemat energi waktu bekerja dan waktu istirahat
- d. Kemampuan tubuh melawan zat racun semakin tinggi
- e. Pemulihan (recovery) lebih cepat
- f. Supply zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh semakin lancar
- g. Frekuensi pemapasan waktu istirahat lebih lambat dari sebelum terlatih
- h. Denyut jantung waktu istirahat lebih lambat dari sebelum terlatih

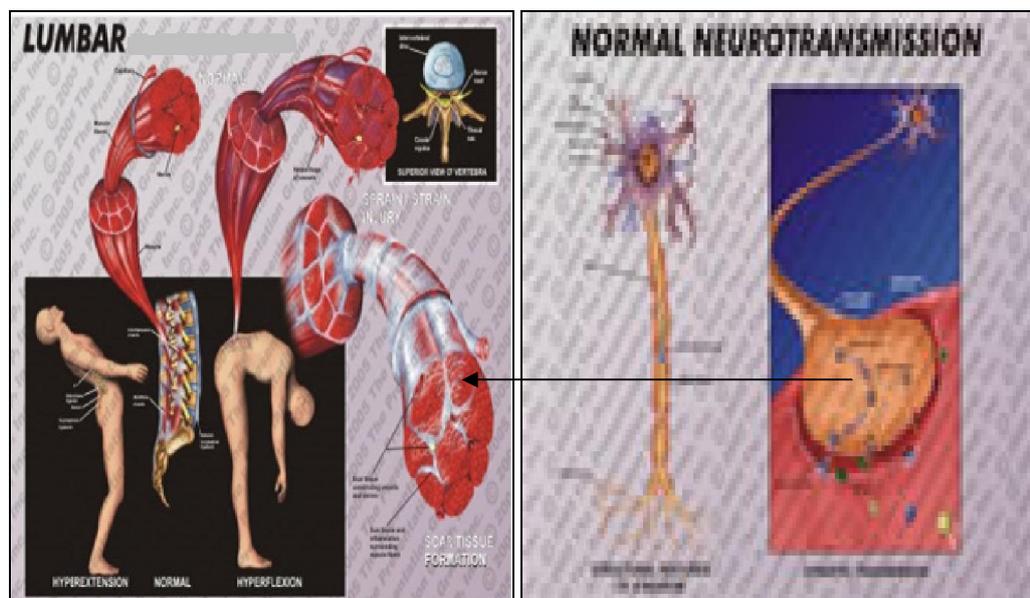
Perubahan-perubahan tersebut di atas pada dasarnya adalah akibat dari aktivitas sistem otot kerangka, sistem kardiovaskular, dan respiratori dalam merespon beban kerja fisik yang diberikan.

## Perubahan Pada Sistem Otot Kerangka

Alat yang menggerakkan kerangka sehingga manusia dapat bergerak sesuai dengan kehendak adalah otot kerangka. Otot bila digunakan selalu berupaya mengatasi beban kerja yang diberikan hingga sesuai dengan kondisi fisiologis saat melakukan aktivitas. Karena itu dalam batas-batas tertentu latihan olahraga akan mengakibatkan ukuran otot kerangka bertambah besar, kuat, dan lebih tahan. Contohnya, seorang pemain tenis lapangan yang menggunakan tangan kanannya untuk bermain, ukuran lengan kanannya sedikit lebih besar bila dibandingkan dengan lengan kiri yang tidak digunakan untuk memukul bola, demikian juga halnya dengan kekuatan dan daya tahannya. Keadaan tersebut tidak akan pernah bertambah atau meningkat bila ukuran berat raket, berat bola, dan kekuatan pukulan lawan yang dihadapi tetap sama. Dengan kata lain, besar otot, kekuatan otot, dan daya tahan otot hanya akan meningkat bila beban latihan atau rangsangan yang diberikan ditambah.

Meningkatnya ukuran besar otot, kekuatan, dan daya tahan otot tersebut bukan karena terbentuknya atau bertambahnya serabut-serabut otot yang baru, tetapi disebabkan oleh serabut-serabut otot yang tidak aktif menjadi aktif setelah mendapatkan rangsangan yang cukup besar. Artinya rangsangan yang diberikan melewati nilai ambang rangsang. Keadaan ini sesuai dengan makna yang terkandung dalam hukum seluruh atau tidak/all or non low. Untuk jelasnya adalah sebagai berikut. Telah diketahui dalam seberkas otot terdapat sejumlah motor unit dan tiap-tiap motor unit dibangun oleh sejumlah serabut otot. Kemudian setiap motor unit diinervasi oleh satu serabut saraf motoris dengan beberapa cabangnya. Bila saraf termaksud menerima suatu rangsangan yang sesuai dan rangsangan itu melewati ambang rasangnya maka seluruh serabut otot yang ada dalam motor unit itu akan berkontraksi. Bila rangsangan tidak sesuai dan tidak melewati nilai ambang rangsang maka seluruh serabut otot yang ada dalam motor unit tidak akan berkontraksi. Keadaan tersebut menurut Fulton (1955) terjadi, "karena setiap motor unit mempunyai ambang rangsang yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya".

Oleh karena itu semakin besar rangsangan atau semakin berat beban latihan yang dilakukan maka akan semakin banyak motor unit yang terangsang, berarti semakin banyak pula serabut otot yang berkontraksi, dan makin besar tenaga yang dihasilkan. Makin besar tenaga yang dihasilkan maka makin besar kekuatan dibangkitkan.



Gambar1: Berkas otot

Gambar2: Serabut syaraf dengan cabang-cabangnya

Dengan memperhatikan penjelasan tersebut di atas, maka dapat disimpulkan, bahwa peningkatan ukuran besar otot selalu diikuti oleh peningkatan; kekuatan, kecepatan, dan daya tahan otot. Selain itu dengan mengutip penjelasan Larsten Matjan (2005) mengatakakan “bertambahnya ukuran besar otot juga diikuti oleh bertambahnya simpanan glikogen, phosphocreatin, dan myoglobin”. Untuk menjamin kelancaran suplai zat-zat tersebut serta zat-zat lain yang diperlukan hingga dapat diterima oleh jaringan sesuai dengan kebutuhannya tentu diperlukan sarana transportasi yang memadai. Sarana termaksud adalah pembuluh darah, khususnya pembuluh darah kapiler. Tentang hal tersebut oleh Morehose (1980) dalam edisi bahasa Indonesia yang diterjemahkan oleh Lawajaya dikatakan, “jika pembuluh darah tidak dipakai akan menutup, mengecil dan akhirnya lenyap. Namun saat aktif lagi berolahraga, pembuluh-pembuluh darah kapiler itu tumbuh lagi dan jumlahnya bertambah sesuai kebutuhan”.

Rangkaian perubahan lain yang terjadi pada otot akibat latihan olahraga adalah terjadi gerakan-gerakan yang lebih efisien dan lebih otomatis karena gerakan yang menurut kehendak (refleks bersyarat) berubah menjadi gerakan yang tidak perlu dipikirkan lagi atau telah berubah menjadi otomatis.

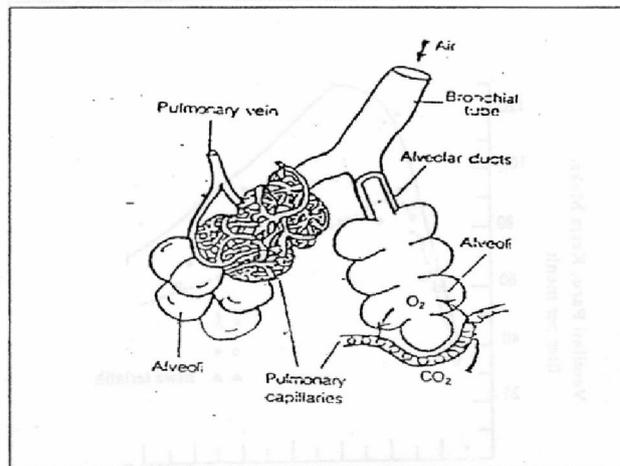
### **Perubahan Pada Sistem Kardiovaskular**

Jantung memang sebuah mesin pompa ajaib, bekerja siang dan malam seakan-akan tidak pernah lelah. Sungguh menakjubkan karya Sang Pencipta. Memang untuk menjamin kelangsungan hidup manusia jantung harus selalu berdenyut, tetapi perlu diketahui jantung tidak dapat bekerja sendiri. Jantung perlu bantuan dari alat tubuh yang lain terutama otot kerangka. Gerakan-gerakan otot kerangka menjadi sangat penting bagi jantung, karena setiap kontraksi otot kerangka, selalu menimbulkan tekanan pada pembuluh darah. Selanjutnya tekanan termaksud selalu membangkitkan daya dorong pada darah. Adanya daya dorong tersebutlah yang memberikan kemampuan bagi jantung untuk melawan daya tarik bumi yang setiap saat mempengaruhi peredaran darah, khususnya peredaran darah yang naik ke daerah kepala. Untuk membuktikan keadaan tersebut sebenarnya sangat mudah, cobalah berdiri, jangan bergerak, meskipun hanya jari tangan, jangan bergerak. Bila anda tidak mempunyai kualitas fisik/ yang baik, dalam waktu  $\pm 15$  menit anda akan pingsan, ini terjadi karena darah yang sampai ke otak sangat tipis. Perlu diketahui bila selama lebih 3- 4 menit  $O_2$  tidak ada didalam otak, maka di dalam otak terjadi kerusakan berat yang biasanya diikuti kelumpuhan anggota tubuh tertentu, bahkan mungkin penderitanya meninggal dunia.

Sama dengan otot kerangka, aktivitas olahraga dalam batas-batas tertentu akan mengakibatkan ukuran jantung dan pembuluh darah bertambah besar dan diikuti oleh kapilarisasi pada jantung. Penyebab terjadinya perubahan tersebut, adalah darah yang keluar masuk jantung itu sendiri. Artinya makin besar beban latihan yang dilakukan, maka semakin besar kontraksi otot, berarti semakin besar tekanan darah pada dinding rongga jantung. Selain tekanan darah dalam jantung meningkat, volume darah yang masuk jantung juga meningkat. Meningkatnya volume dan tekanan pada rongga jantung akhirnya mengakibatkan jantung mendapat beban yang lebih besar dari biasanya. Agar darah yang masuk ke dalam jantung dapat dipompa keluar dan dikirim ke seluruh tubuh mau tidak mau jantung meningkatkan kemampuannya berkontraksi dengan cara mengaktifkan sejumlah serabut ototnya yang masih dalam keadaan diam. Keadaan tersebutlah sebenarnya yang membuat jantung para atlet atau orang yang aktif berolahraga mempunyai ukuran jantung lebih besar dari orang yang tidak terlatih. Meningkatnya ukuran jantung akibat berolahraga atau kerja fisik selalu diikuti oleh meningkatnya kekuatan, daya tahan serta volume jantung. Akibat lanjut dan perubahan ukuran jantung itu adalah meningkatnya stroke volume. Adapun yang dimaksud dengan stroke volume ialah banyaknya darah yang dapat dipompa oleh jantung dalam satu kali menguncup atau satu kali berdenyut. Jumlahnya pada orang dewasa dalam keadaan santai menurut Astran berkisar pada 70-75 ml. Bila stroke volume meningkat maka dengan sendirinya cardiac output/jumlah darah yang dipompa oleh jantung selama satu menit meningkat. Jadi bila jantung berdenyut 70 kali per menit, cardiac outputnya adalah  $70 \times 70 \text{ ml} = 4900 \text{ ml}$  atau  $70 \times 75 \text{ ml} = 5250 \text{ ml}$ . Keuntungan lain yang didapatkan akibat olahraga adalah melebarnya diameter pembuluh darah. Dengan adanya perubahan-perubahan tersebut di atas, maka oxygen carrying capacity (kapasitas oksigen yang diangkut oleh darah) serta zat-zat lain yang diperlukan oleh tubuh meningkat. Keadaan tersebut tentu sangat menguntungkan, karena dalam melakukan aktivitas yang cukup berat alat-alat tubuh tidak akan kekurangan zat-zat termaksud. Selain kebutuhan oksigen dan zat-zat lain terjamin, maka pembuangan zat-zat racun sisa pembakaran menjadi lancar dan cepat.

## Perubahan Pada Sistem Respiratori

Lorong saluran udara pernapasan mulai dari hidung, terus ke farings, trahea dan bercabang menjadi bronkhus kanan dan bronkhus kiri dengan cabang - cabangnya kemudian masing-masing cabang berakhir pada ruang-ruang yang berbentuk gelembung atau dikenal dengan nama /alveolus.



Gambar4: Jaringan Pembuluh Darah Kapiler Dalam Alveolus

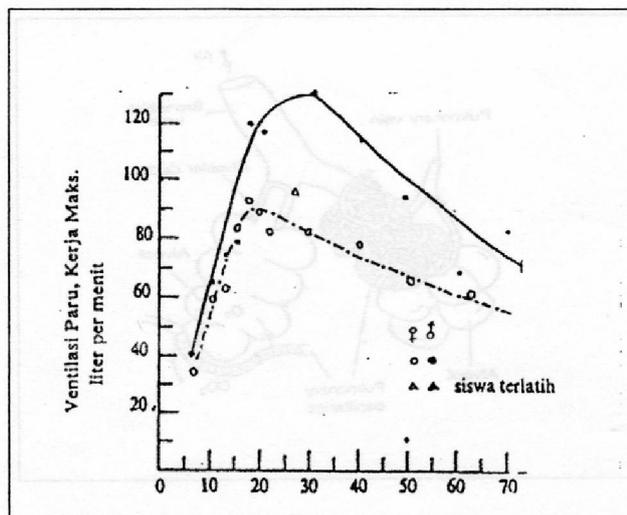
Alveolus kalau diurai luasnya sedikit lebih besar dari lapangan tenis, namun demikian tidak semua gelembung itu terisi oleh udara, lebih-lebih kalau kurang berolahraga. Dengan kata lain semakin giat seseorang melakukan olahraga dan semakin tinggi intensitas kerjanya, maka jumlah gelembung-gelembung yang terisi udara akan semakin banyak. Sedangkan tentang mekanismenya, dengan mengutip pendapat Arstran dan Rohdal, Efendi dan Jazir (1983) mengatakan sebagai berikut, “dinding alveolus ini sangat tipis dan dalam dinding tersebut terdapat jaringan kapiler pembuluh darah paru, keadaan inilah yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas dari dalam paru kedalam pembuluh darah dan sebaliknya”. Secara umum proses tersebut dikenal dengan nama ventilasi pulmonal/proses pergantian udara alveolus dengan udara atmosfer. Sedangkan seluruh proses pernapasan secara umum dapat dibagi menjadi dua peristiwa, yaitu; respirasi external dan respirasi internal. Respirasi external mencakup peristiwa absorpsi  $O_2$  dan pengeluaran  $CO_2$  dari dalam tubuh. Sedangkan respirasi internal adalah semua proses pertukaran gas antara sel dengan cairan sekitarnya.

Benlangsungnya pertukaran gas ( $O_2$  di dalam alveolus dengan  $CO_2$  yang dibawa darah) terjadi menurut hukum difusi gas, sedangkan pertukaran massa gas alveolus dengan udara luar (ventilasi paru-paru) selalu terjadi mengikuti irama gerak alat pemapasan. Menurut penelitian Astran dan Rohdal (1970) “frekuensi pernapasan orang dewasa dalam keadaan istirahat berkisar antara 10-20 kali dalam satu menit. Sedangkan dalam keadaan kerja berat, pada usia 5 tahun 70 kali/menit, pada usia 12 tahun kurang lebih 55 kali/menit, dan pada usia 25 tahun sekitar 40-45 kali/menit”. Selanjutnya dua orang ahli tersebut di atas juga mengatakan,

ventilasi paru-paru waktu istirahat sekitar 6 liter/menit. Sedangkan ventilasi paru-paru dalam keadaan bekerja berat pada; anak usia 4- 6 tahun mencapai 40 liter/menit. Pada usia 12-13 tahun mencapai 75 liter/menit, pada usia 20-30 tahun 122 liter/menit, usia 40-50 tahun mencapai 98 liter/menit, kemudian pada usia 60-70 tahun 81 liter/menit dan usia 75 tahun hanya berkisar pada 48 liter/menit. Penurunan ventilasi paru pada orang tua antara lain adalah sebagai kibat dari menurunnya kapasitas difusi paru maksimal dan berkurangnya elastisitas paru.

Latihan olahraga adalah suatu aktivitas fisik yang mampu meningkatkan kualitas alat-alat pemapasan, keadaan termaksud secara sederhana dapat dibuktikan dengan membandingkan kemampuan kerja orang yang terlatih dengan yang tidak terlatih. Orang yang terlatih pada waktu melakukan suatu pekerjaan yang berat lebih cepat menyelesaikan tugasnya dibanding dengan orang yang tidak terlatih.

Kemudian bila dilihat dari irama pernapasan, orang yang terlatih, frekuensi pernapasannya lebih lambat bila dibandingkan dengan orang yang tidak terlatih. Keadaan tersebut memberikan suatu pertanda bahwa efek latihan olahraga mampu memberikan efisiensi mekanis yang baik kepada sistem pernapasan. Artinya saat melakukan pekerjaan yang sama seperti sebelum terlatih jumlah  $O_2$  yang diambil dari luar menurun, demikian juga dengan pelepasan  $CO_2$ . Kedua peristiwa tersebut ditandai oleh frekuensi pemapasan yang lebih lambat dari sebelum terlatih, dengan kata lain kalau sebelum terlatih terengah-engah, setelah terlatih tidak terengah-engah lagi bila melakukan suatu aktivitas fisik yang intensitas atau beratnya sama seperti sebelum terlatih.



Gambar 5: Ventilasi paru-paru pada kerja maksimal berdasarkan usia

Semua perubahan tersebut secara umum terjadi akibat meningkatnya kemampuan kerja faal tubuh, secara khusus karena adanya peningkatan kemampuan kerja otot-otot pernapasan berikut ini:

#### OTOT-OTOT PERNAPASAN

##### Otot-otot Inspirasi

- a. Diaphragma
- b. Interkostal eskternus
- c. Stermokleidomastoideus
- d. Skalenus
- e. Erektus kolumna spinalis

##### Otot-otot ekspirasi

- a. Otot perut
- b. Interkostal internus
- c. Seratus inferior posterior

## **Rangkuman**

Tiga komponen utama alat-alat tubuh yang menjamin kuantitas dan kualitas kerja tubuh adalah otot kerangka, kardiovaskular, dan kardiorespiratori.

Otot bila digunakan selalu berupaya mengatasi beban kerja yang diberikan hingga sesuai dengan kondisi fisiologis saat melakukan aktivitas, karena itu dalam batas-batas tertentu latihan olahraga akan mengakibatkan ukuran otot kerangka bertambah besar, kuat, dan lebih tahan, hal tersebut berlaku juga pada otot jantung dan otot-otot pernapasan.

Rangkaian perubahan lain yang terjadi pada otot akibat latihan olahraga adalah terjadi gerakan-gerakan yang lebih efisien dan lebih otomatis karena gerakan yang menurut kehendak (refleks bersyarat) berubah menjadi gerakan yang tidak perlu dipikirkan lagi atau telah berubah menjadi otomatis.

## **Latihan**

### **A. Petunjuk Mengerjakan Latihan**

Sebelum anda menjawab pertanyaan latihan berikut, terlebih dahulu anda harus membaca dan mempelajari kegiatan belajar 1 pada modul 1 ini dengan cermat. Kemudian baca dan pahami soal latihan dengan benar, setelah itu jawablah dengan menggunakan redaksi sendiri.

### **B. Soal Latihan**

1. Sebutkan perubahan pada tubuh yang sifatnya menetap akibat berolahraga.
2. Jelaskan apa yang dimaksudkan dengan motor unit?
3. Bagaimana hubungan hukum seluruh atau tidak dengan motor unit?
4. Kenapa latihan olahraga memberikan efisiensi mekanis yang baik kepada sistem pernapasan?
5. Apa yang menjadi beban kerja jantung saat berolahraga?