

Cerika Rismayanthi  
Rizki Mulyawan

ISBN 978-602-8429-89-4

# ADAPTASI LATIHAN

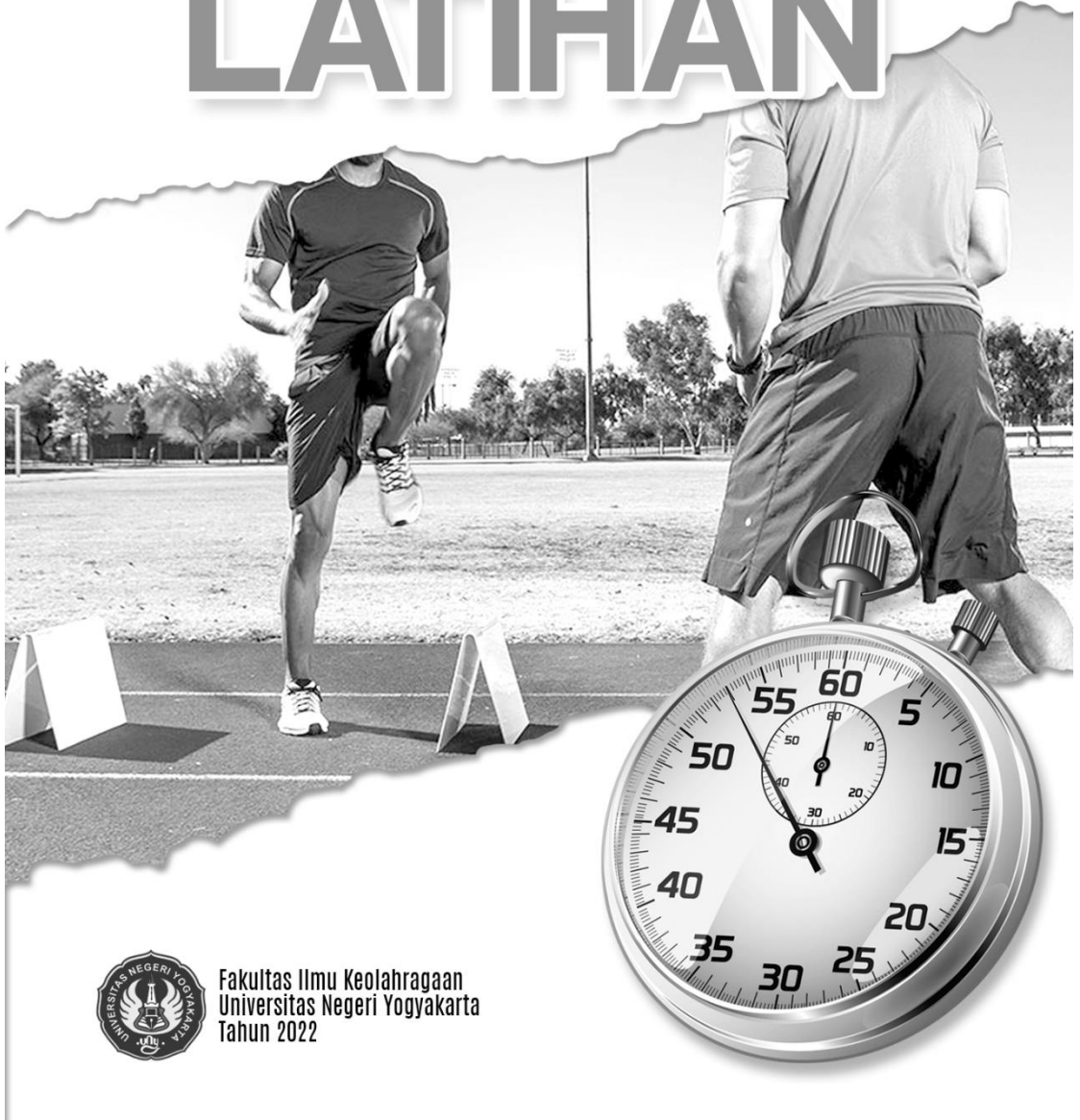


Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2022



Cerika Rismayanthi | Rizki Mulyawan

# ADAPTASI LATIHAN



Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2022

**Copy right**

# PRAKATA

Adaptasi latihan digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana tubuh merespons terhadap aktivitas fisik yang dilakukan saat berolahraga. Ilmu fisiologi dan anatomi menjadi kunci dalam mempelajari aspek adaptasi latihan disertai dengan kemampuan menganalisis tipe gerakan atau aktivitas pada setiap cabang olahraga. Aktivitas fisik dan latihan memiliki peranan penting untuk mempromosikan Kesehatan; gaya hidup sehat dan menurunkan risiko terhadap penyakit. Latihan rutin sangat krusial untuk memaksimalkan kemampuan individu dan performa tim saat menghadapi kompetisi.

Fenomena-fenomena yang terjadi saat seseorang melakukan Gerakan, sebaiknya dianalisis untuk memperbaiki ataupun meningkatkan kemampuannya. Jangan sampai, sudah mengetahui berbagai efek yang diberikan setelah melakukan latihan, tetapi hal tersebut tidak diterapkan, alhasil penurunan kemampuan dan performa akan dialami pada seseorang yang aktif berolahraga atau atlet. Dengan memahami bagaimana aktivitas yang dilakukan dan respons apa yang diberikan tubuh setelah kegiatan tersebut, dapat memberikan manfaat dalam mempertahankan derajat kesehatan dan meningkatkan performa.

Buku ini didesain untuk para pembaca agar lebih dapat memahami dan mengapresiasi seluruh aspek penunjang ketika berolahraga, yang didukung dengan berbagai ilmu pendukung; khususnya fisiologi, anatomi, dan nutrisi. Sebanyak 13 topik dipilih, agar dapat mendasari berbagai pemahaman para pegiat olahraga dan ahli olahraga, serta ikut serta meningkatkan perkembangan olahraga di Indonesia.

# DAFTAR ISI

**PRAKATA – iii**

**DAFTAR ISI – iv**

**DAFTAR GAMBAR – vii**

**DAFTAR TABEL – ix**

**BAB I      PENGERTIAN LATIHAN – 1**

- A. *Health-Related Physical Fitness* – 1
- B. *Sport-Specific Physical Fitness* – 16
- C. Prinsip-Prinsip Latihan – 17
- D. Periodisasi Latihan – 23

**BAB II     PERBEDAAN *EXERCISE* DAN *TRAINING* – 25**

- A. Definisi *Exercise* – 25
- B. Definisi *Training* – 26
- C. Perbedaan serta Contoh *Exercise* dan *Training* – 27

**BAB III    PENGERTIAN RESPONS DAN ADAPTASI LATIHAN – 29**

- A. Pengertian Respons – 29
- B. Pengertian Adaptasi Latihan – 30
- C. Pengaturan Homeostatis – 31
- D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adaptasi Latihan – 34

#### **BAB IV PERUBAHAN BLOKIMIA AKIBAT LATIHAN – 35**

- A. Perubahan Biokimia pada Latihan – 35
- B. Perubahan pada Sistem Tubuh – 38
- C. Perubahan Biokimia Akibat Latihan Aerobik – 38
- D. Perubahan Biokimia Akibat Latihan Anaerobik – 45

#### **BAB V PERUBAHAN ORGAN TUBUH AKIBAT LATIHAN – 50**

- A. Perubahan Kardiovaskuler – 50
- B. Perubahan Sistem Respirasi – 58
- C. Perubahan Sistem *Neuromuscular-Skeletal* – 60
- D. Perubahan *Neuroendocrine-Immune* – 64
- E. Perubahan Saat Latihan Submaksimal – 67

#### **BAB VI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA LATIHAN – 69**

- A. Perubahan pada Komposisi Tubuh – 69
- B. Kolesterol Darah – 71
- C. Tingkat Trigliserida – 73
- D. Tekanan Darah – 75
- E. Psikologis – 76
- F. Sosial – 78

#### **BAB VII AKLIMATISASI TUBUH – 79**

- A. Aklimatisasi pada Dataran Rendah – 79
- B. Aklimatisasi pada Dataran Tinggi – 80
- C. Aklimatisasi pada Suhu Dingin – 84
- D. Aklimatisasi pada Suhu Panas – 86

**BAB VIII STRESSOR SAAT LATIHAN – 92**

A. Teori Aplikasi Latihan – 92

B. Kesalahan Adaptasi Latihan – 93

C. Detraining – 97

**DAFTAR PUSTAKA – 100**



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Komponen Kesehatan yang Berhubungan dengan Kebugaran Fisik – **1**
- Gambar 1.2. Komponen Komposisi Tubuh dengan Tiga Model, Model Kimiawi, Anatomi, dan Perbandingan Dua Model – **2**
- Gambar 1.3. Lokasi Lemak Tubuh – **3**
- Gambar 1.4. Rata-Rata Presentase Lemak Tubuh pada Atlet Laki-Laki dan Perempuan (17-35 Tahun) di Berbagai Cabang Olahraga – **4**
- Gambar 1.5. Sistem Sirkulasi – **7**
- Gambar 1.6. Komponen Fisik yang Berhubungan dengan Kebugaran – **16**
- Gambar 1.7. Rasio Antara Pengembangan Multilateral dan Latihan Spesialisasi di Berbagai Usia – **19**
- Gambar 4.1. Skema Gambaran Kontinuitas Energi – **35**
- Gambar 4.2. Sumber Energi Utama dari Berbagai Nomor Lari – **37**
- Gambar 4.3. Gambaran Ketinggian dan Pengaruhnya Terhadap Tubuh – **42**
- Gambar 4.4. Perubahan Aktivitas *Creatine Kinase* (CK) dan *Muscle Myokinase* (MK) Hasil dari Latihan Anaerobik Maksimal Selama 6 dan 30 Detik – **46**
- Gambar 5.1. Distribusi *Cardiac Output* Saat Latihan dan Latihan Maksimal – **52**
- Gambar 5.2. Sistem Sirkulasi – **53**
- Gambar 5.3. Perbedaan Jantung Orang Biasa dan Atlet – **54**
- Gambar 5.4. Proses Penempelan Plak di Pembuluh Darah – **55**
- Gambar 5.5. Kadar Sel Darah Merah dalam Darah – **56**
- Gambar 5.6. Pompa Otot terhadap Pembuluh Darah – **57**

- Gambar 6.1. Komponen Komposisi Tubuh dengan Tiga Model; Model Kimiawi, Anatomi, dan Perbandingan Dua Model – **69**
- Gambar 6.2. Bentuk Tubuh Orang yang Mengalami Obesitas –**73**
- Gambar 7.1. Respons Denyut Jantung terhadap Latihan di Udara dan Dengan Pemberian *Water Immersion* di Leher – **80**
- Gambar 7.2. Hubungan Antara Tekanan, VO<sub>2</sub>Max dan Ketinggian – **81**
- Gambar 7.3. Hubungan Ventilasi terhadap Konsumsi Oksigen – **84**
- Gambar 7.4. Gejala Hipotermia – **85**
- Gambar 7.5. Hipotermia Berdasarkan Suhu – **86**
- Gambar 7.6. Pengaruh Aklimatisasi terhadap Denyut Jantung – **87**
- Gambar 7.7. Massa Tubuh Selama Latihan Tiga Jam pada Lingkungan Dingin dan Panas – **88**
- Gambar 7.8. Pengambilan Temperatur atau Suhu Tubuh Melalui Dubur Selama Latihan terhadap Orang yang Terhidrasi dan yang Tidak – **90**
- Gambar 7.9. Perbandingan Orang yang Melakukan Aklimatisasi dengan yang Tidak Saat Latihan di Lingkungan Panas – **91**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1. Kategori BMI – **5**
- Tabel 1.2. Risiko Penyakit Berdasarkan BMI (Hoeger & Hoeger, 2011) – **6**
- Tabel 1.3. Pedoman Fleksibilitas – **10**
- Tabel 1.4. Filosofi Olahraga – **18**
- Tabel 1.5. Contoh Olahraga dengan Spesialisasi Sejak Dini dan yang Agak Terlambat – **18**
- Tabel 2.1. Perbedaan Antara *Exercise* dan *Training* – **28**
- Tabel 3.1. Pengaturan Homeostasis – **33**
- Tabel 4.1. Efek Durasi dan Intensitas Latihan terhadap Sistem Energi yang Digunakan – **36**
- Tabel 4.2. Adaptasi Tubuh terhadap Latihan Aerobik – **39**
- Tabel 4.3. Adaptasi Tubuh di Ketinggian – **43**
- Tabel 4.4. Tahapan *Overtraining* dari Performa Anaerobik – **48**
- Tabel 4.5. Respons Relatif Variabel Fisiologis terhadap Latihan dan Detraining – **49**
- Tabel 5.1. Perbedaan *Cardiac Output* Antara Orang yang Tidak Terlatih dan Atlet Saat Istirahat dan Latihan Maksimal – **58**
- Tabel 5.2. Karakteristik Utama dari Tipe Serat Otot – **63**
- Tabel 6.1. Rentang Nilai Lemak Tubuh Relatif pada Atlet Pria dan Wanita di Berbagai Cabang Olahraga – **71**
- Tabel 6.2. Kategori Kadar Trigliserida – **74**
- Tabel 8.1. Respons Relatif Variabel Fisiologis terhadap Latihan dan Detraining – **99**



# BAB I

## PENGERTIAN LATIHAN

### A. *Health-Related Physical Fitness*

Kebugaran fisik yang dimiliki setiap orang berbeda-beda, tidak dapat disamakan antara orang yang satu dengan yang lain. Aktivitas fisik yang rutin dapat memberikan efek positif terhadap kesehatan seseorang. Terdapat beberapa istilah yang perlu dipahami, mengenai berbagai komponen kesehatan yang berhubungan dengan aspek kebugaran fisik, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.1.

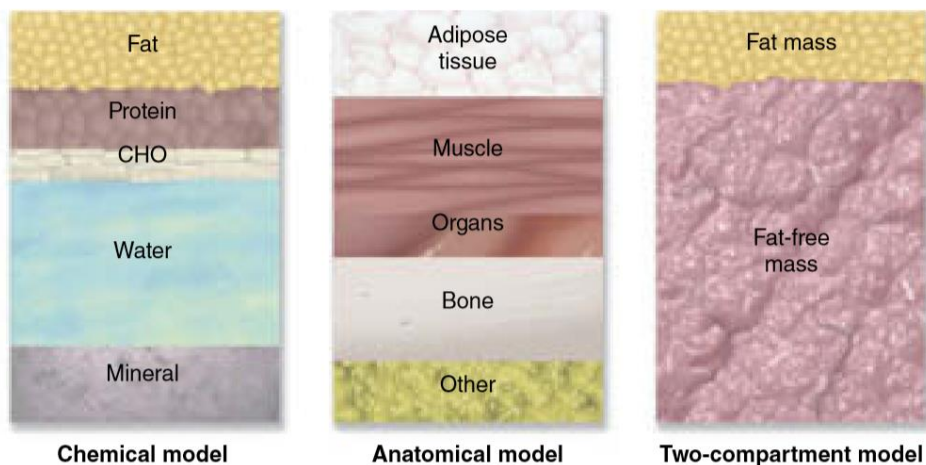


**Gambar 1.1. Komponen Kesehatan yang Berhubungan dengan Kebugaran Fisik**  
Diadopsi dari buku *Exercise Physiology* (Porcari, J., Bryant, C., Comana, F, 2018)

### KOMPOSISI TUBUH

Atlet dan pelatih harus sadar akan pentingnya memperoleh dan mempertahankan berat badan tubuh yang optimal untuk mencapai kemampuan maksimal di olahraga. Ukuran tubuh dan komposisi tubuh menjadi peran penting dalam mencapai kesuksesan pada hampir semua cabang olahraga. (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

Komposisi tubuh sebagai komposisi kimiawi yang ada di dalam tubuh terdiri dari tiga model komposisi (lihat pada Gambar 1.2.). Dua gambar pertama memperlihatkan berbagai komponen kimia atau anatomis, gambar terakhir menunjukkan ada dua bagian yaitu massa lemak dan massa tanpa lemak. massa lemak, menerangkan presentasi total massa tubuh yang mengandung lemak. Massa tubuh tanpa lemak singkatnya menjelaskan tentang seluruh jaringan tubuh yang bukan lemak.



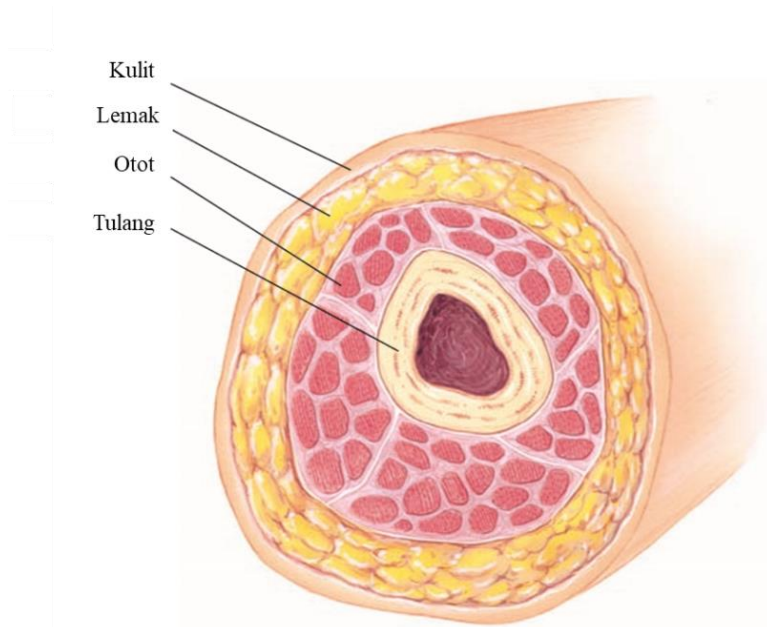
**Gambar 1.2. Komponen Komposisi Tubuh dengan Tiga Model, Model Kimiawi, Anatomi, dan Perbandingan Dua Model**

Diadaptasi dari J.H. Wilmore, 1992, berat badan dan komposisi tubuh. Pada buku *Eating, Body Weight and Performance in Athletes: Disorders of Modern Society*, edited by K. D. Brownell, J. Rodin, and J.H. Wilmore (Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins), 77-93

Lebih kompleksnya lagi, komposisi tubuh dapat diartikan sebagai aspek penting dalam kebugaran yang memperhitungkan lemak (jaringan adipose) berlebih yang bertindak sebagai bobot tubuh yang mati ketika beraktivitas, sementara massa tubuh harus diangkat berulang kali melawan gravitasi, misalkan ketika berolahraga harus berlari dan melompat. Model yang biasa digunakan untuk mengetahui komposisi tubuh dibagi menjadi dua yaitu lemak di dalam tubuh (*fat mass*) dan massa tubuh tanpa lemak (*fat-free mass*) (Reilly & Williams, 2003).

Massa lemak termasuk jaringan lemak (jaringan adipose), sedangkan massa tubuh tanpa lemak antara lain; air, protein, dan mineral. Besarnya jumlah massa

lemak berhubungan dengan masalah kesehatan. Massa lemak yang banyak akan menyebabkan obesitas dan berbagai masalah kesehatan yang berhubungan dengan kelebihan berat badan (seperti: penyakit kardiovaskular, diabetes, kanker, dll). Banyaknya lemak tubuh yang tersebar pada tubuh sangat berdampak buruk bagi pelaku olahraga, ketentuan untuk mengurangi lemak tubuh dan meningkatkan massa tubuh selain lemak sangat penting. Besarnya presentase lemak tubuh menyebabkan kerusakan pada kapasitas aerobik dan juga intensitas tinggi latihan dimana kebutuhannya adalah untuk produksi kekuatan yang amat besar pada massa tubuh. Otot adalah penghasil kekuatan bukan jaringan lemak.



**Gambar 1.3. Lokasi Lemak Tubuh**

Diadaptasi dari sumber: Plowman, & Smith, 2011

Massa tubuh tanpa lemak memiliki hubungan positif terhadap performa yang memerlukan penerapan kekuatan seperti pada angkat beban dan nomor lempar, meskipun besarnya otot akan mengurangi ataupun memperlambat gerakan melompat atau berlari. Berbagai jenis olahraga membutuhkan variasi jumlah massa tubuh tanpa lemak dan massa lemak. Rentang kategori normal lemak tubuh berkisar antara 10-20% untuk remaja laki-laki dan 20-30% untuk remaja perempuan. Jika nilainya di

atas standar, maka dikategorikan sebagai obesitas, sementara untuk para atlet, presentasi lemaknya diharapkan lebih rendah dari rentang orang biasa, 10-15% dan 15-20% bagi laki-laki dan perempuan. Sehingga sangat penting bagi kita untuk mengukur massa lemak dan massa tubuh tanpa lemak (Brich, McLaren & George, 2005).



**Gambar 1.4. Rata-Rata Presentase Lemak Tubuh pada Atlet Laki-Laki dan Perempuan (17-35 Tahun) di Berbagai Cabang Olahraga**

Sumber: Plowman, & Smith, 2011; *literature review* dari Wilmore, J.H., & Costill, D.I.: *Training for Sports and Activity: The Physiological Basis of the Conditioning Process (3<sup>rd</sup> edition)*. Dubuque, IA: Brown (1988)



Dari tabel rata-rata lemak di setiap cabang olahraga, kita bisa melihat bahwa kebutuhan kadar lemak pada pria dan wanita di setiap cabang olahraga berbeda-beda. Secara keseluruhan, wanita memang memiliki kadar lemak yang lebih banyak dibandingkan pria. Namun di lain sisi, setiap atlet akan tahu seberapa besar standar kebutuhan lemaknya agar timbul kesadaran untuk menjaga komposisi tubuh seimbang.

### Cara Mudah untuk Mengukur Komposisi Tubuh

Tinggi badan dan massa tubuh sudah digunakan selama bertahun-tahun untuk mengevaluasi massa tubuh. Sangat mudah untuk digunakan dan tidak perlu alat-alat yang mahal, sehingga menjadi lebih mudah untuk diketahui dan diukur. Berat badan per tinggi badan dapat menjadi data yang berguna untuk menggambarkan komposisi tubuh. Perhitungan Indeks Massa Tubuh atau *Body Mass Index* (BMI) formulanya terdiri dari berat badan dan tinggi badan;

$$\text{BMI} = \frac{\text{berat badan (kg)}}{\text{tinggi badan}^2 \text{ (m)}}$$

Dari hasil perhitungan formula tersebut, kita dapat mengetahui kategori badan kita, apakah kurus, ideal/normal, atau gemuk/*overweight*/obesitas dengan melihat kategori BMI pada tabel 1.1. berikut.

**Tabel 1.1. Kategori BMI**

<b>Nilai BMI</b>	<b>Kategori</b>
< 17,0	Kurus, Kekurangan berat badan berat
17,0 – 18,4	Kurus, Kekurangan berat badan ringan
18,5 – 25,0	Normal
25,1 – 27,0	Gemuk, Kelebihan berat badan tingkat ringan
> 27	Gemuk, Kelebihan berat badan tingkat berat

Berdasarkan nilai *Body Mass Index* (BMI) tersebut, kita kemudian dapat melihat seberapa besar risiko penyakit yang dimiliki tubuh kita. Dengan melihat table 1.2., kita bisa mengetahui apakah tubuh kita berisiko terkena penyakit atau tidak. Ada beberapa kategori yang perlu diperhatikan, agar kita lebih sadar akan pentingnya kesehatan.

**Tabel 1.2. Risiko Penyakit Berdasarkan BMI** (Hoeger & Hoeger, 2011)

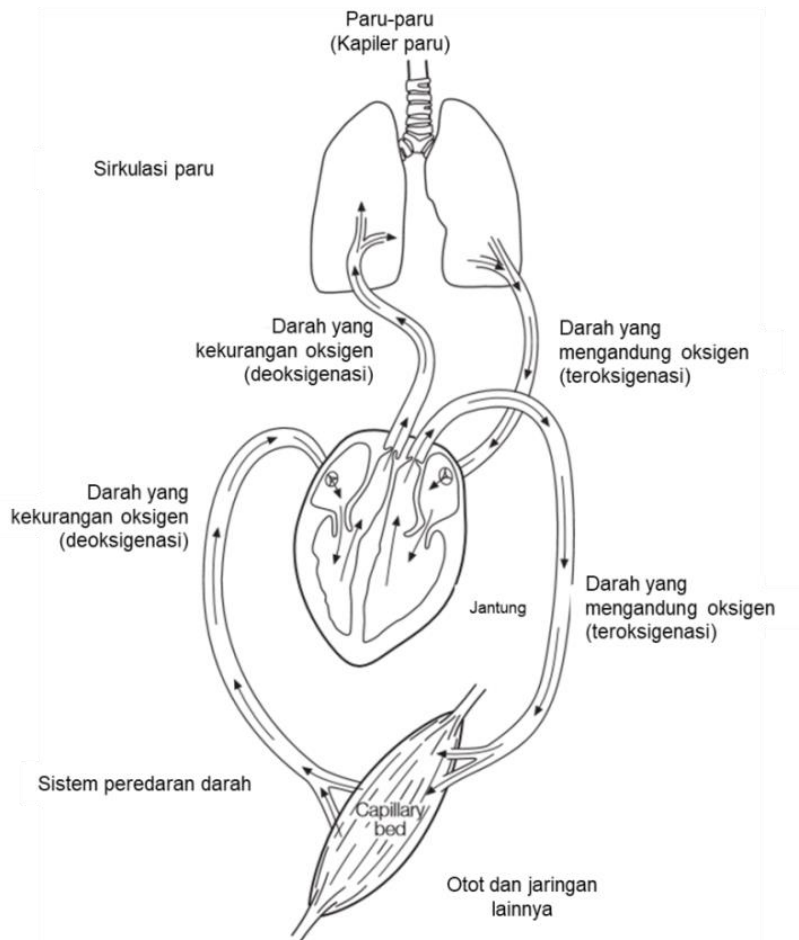
<b>BMI</b>	<b>Risiko Penyakit</b>	<b>Kategori</b>
< 18,5	Meningkat	<i>Underweight</i>
18,5 – 21,99	Rendah	Normal
22,0 – 24,99	Sangat rendah	Normal
25,0 – 29,99	Meningkat	<i>Overweight</i>
30,0 – 34,99	Tinggi	Obesitas kategori I
35,0 – 39,99	Sangat Tinggi	Obesitas kategori II
< 40,0	Berbahaya	Obesitas kategori III

## **KEBUGARAN KARDIOVASKULAR**

Sistem kardiovaskular memiliki beberapa fungsi penting untuk tubuh dan mendukung setiap sistem fisiologis. Fungsi utama kardiovaskular dapat dibagi ke dalam 6 kategori;

1. Mengirim oksigen dan nutrisi bagi tubuh
2. Menghilangkan karbondioksia dan produk sisa metabolisme
3. Mengirimkan hormon dan molekul lainnya
4. Mendukung pengaturan suhu tubuh dan mengontrol keseimbangan cairan tubuh
5. Mempertahankan keseimbangan asam dan basa
6. Mengatur fungsi kekebalan tubuh

Jantung adalah organ yang menghubungkan antara sistem yang berhubungan dengan paru-paru dan peredaran darah. Jantung memproduksi kekuatan kontraksi yang sangat kuat untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh (Brich, Mc. Laren. & George, 2005).



**Gambar 1.5. Sistem Sirkulasi**

(Gambar diadopsi dari buku *Sport & Exercise Physiology* dari Brich, McLaren & George, 2005)

Lokasi jantung ada di tengah-tengah bagian dada dan dilindungi oleh tulang iga. Ukurannya sebesar kepalan tangan dan terdiri dari sel-sel otot jantung. Jantung menerima darah dari pembuluh darah dan kemudian mendorong darah ke pembuluh darah arteri. Peristiwa ini terjadi melalui proses kontraksi dan relaksasi yang terkontrol. Jantung terdiri dari 4 bagian; terdiri dari dua bilik (kiri dan kanan) dan dua serambi (kiri dan kanan).

Secara singkat, penjelasan mengenai alur sistem kardiovaskular dapat dipahami bahwa jantung seperti pompa, organ berotot yang berukuran sebesar kepalan tangan. Jantung dibagi ke dalam sisi kanan dan kiri. Untuk memisahkan darah yang kaya oksigen dan darah yang kurang oksigen. Jantung dan pembuluh

darah menjalankan sistem kardiovaskular dengan menyalurkan darah dan oksigen ke seluruh tubuh,

Jantung memompa 5 liter darah setiap menit, 100.000 detak per hari dan 35 juta denyut jantung per tahun. Darah yang kurang oksigen akan kembali ke jantung setelah mengalir dari seluruh tubuh melalui sisi kanan jantung yaitu serambi kanan (*right atrium*) dan bilik kanan (*right ventricle*), kemudian mengumpulkan dan memompa darah ke paru-paru melalui *pulmonary arteries*. Lalu paru-paru mengubah darah menjadi kaya akan oksigen. Darah kaya oksigen dari paru-paru, masuk kembali ke jantung melalui sisi kiri, masuk ke dalam serambi kiri (*left atrium*) dan bilik kiri (*left ventricle*), kemudian dipompa melalui aorta ke seluruh tubuh untuk mensuplai seluruh jaringan dengan oksigen yang dikirimkan melalui darah. Empat bagian pada jantung menjaga agar darah bergerak pada jalur yang benar yaitu *tricuspid valve*, *mitra valve*, *pulmonary valve* dan *aortic valve*. Setiap katup membuka dan menutup sekali setiap berdetak, atau kurang lebih sekali per detik.

Denyut jantung menyebabkan adanya kontraksi dan relaksasi, kontraksi disebut *systole*, dan relaksasi disebut *diastole*. Selama *systole*, bilik (*ventricle*) kanan dan kiri berkontraksi mendorong darah menuju pembuluh darah dan mengalirkannya ke paru-paru dan seluruh tubuh, bilik kanan kontraksi lebih cepat sedikit lalu dilanjutkan kontraksi pada bilik kiri. Ketika *diastole*, bilik (*ventricle*) kanan dan kiri jantung relaksasi and mengisi darah yang berasal dari serambi (*atrium*) kanan dan kiri. Jantung juga menyimpan darah, pembuluh darah bernama *coronary arteries*, memanjang melintasi permukaan jantung, dan bercabang terdiri dari pembuluh kapiler yang berukuran lebih kecil. Jaringan pembuluh darah inilah yang memberi makan jantung anda dengan darah yang kaya akan oksigen.

Untuk menjaga agar jantung tetap berdetak, jantung juga memiliki aliran listrik, impuls atau sinyal dimulai dari bagian atas serambi kanan, kemudian melintasi jalur khusus menuju ke bilik mengirimkan signal untuk memompa. Sistem perantara ini menjaga jantung tetap berdetak dalam ritme yang normal, dan menjaga agar darah tetap mengalir. Pertukaran yang terjadi terus menerus antara darah yang

kaya oksigen dan darah yang kekurangan oksigen itulah yang membuat anda tetap hidup.

## **FLEKSIBILITAS**

Meningkatkan dan mempertahankan ruang gerak sendi selama hidup berperan penting dalam menambah kesehatan dan kualitas hidup. Namun, partisipan kebugaran atau orang-orang yang rutin berolahraga sering menganggap remeh dan menghiraukan kemampuan kelenturan tubuhnya. Semakin menurunnya aktivitas fisik, otot pun menjadi kurang elastis, tendon juga ligamen mengalami pemendekan dan menjadi lebih tegang atau kaku. Seiring bertambahnya usia, perpanjangan jaringan lunak berkurang, sehingga mengakibatkan penurunan kelenturan. Secara umum, latihan kelenturan untuk meningkatkan ruang gerak sekitar sendi dilakukan setelah mengikuti latihan aerobik.

Latihan peregangan (*stretching*) akan menjadi efektif jika seseorang melakukan pemanasan dengan benar. Otot ketika berada dalam temperatur yang dingin akan mengalami penurunan atau pemendekan ruang gerak sendi. Perubahan temperatur otot dapat meningkatkan atau mengurangi kelenturan sebanyak 20 persen. Karena adanya efek dari temperatur otot terhadap fleksibilitas, banyak orang lebih memilih untuk melakukan peregangan setelah melakukan fase aerobik pada latihan atau dapat dikatakan setelah melakukan latihan (Hoeger & Hoeger, 2011).

### **Kapan waktu yang tepat untuk peregangan?**

Banyak orang tidak dapat membedakan antara pemanasan dengan peregangan. Pemanasan mengandung pengertian untuk melakukan gerakan secara perlahan dengan berjalan, sepeda atau jogging, diikuti dengan *gentle stretching* (peregangan, tetapi tidak meregangkan seluruh ruang gerak). Peregangan diartikan sebagai gerakan sendi melalui luasnya ruang gerak dan menahan posisi akhir saat peregangan berdasarkan pedoman yang diberikan. Pemanasan akan meningkatkan temperatur otot secara cepat dan bertujuan untuk menirukan gerakan yang akan terjadi selama

latihan untuk memperbaiki performa. Untuk beberapa aktivitas, *gentle stretching* direkomendasikan dengan tujuan untuk membiasakan pemanasan. Sebelum melakukan aktivitas (jalan, jogging, bersepeda), pemanasan 3-5 menit sangat direkomendasikan. Peregangan direkomendasikan untuk dilakukan sebelum aktivitas *stop-go* (sebagai contoh, olahraga yang menggunakan raket, basket, sepakbola) dan partisipasi aktif (seperti senam). Aktivitas olahraga yang memerlukan gerakan mengubah arah secara tiba-tiba akan menyebabkan otot tegang jika dilakukan tanpa pemanasan yang melibatkan peregangan ringan.

**Tabel 1.3. Pedoman Fleksibilitas**

Pedoman Pengembangan Fleksibilitas	
Mode:	Statis, dinamis, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)
Intensitas:	Sampai mengalami ketegangan ringan atau batas ketidaknyaman
Repetisi:	Mengulangi setiap latihan empat kali, tahan posisi akhir antara 10-30 detik
Frekuensi:	Setidaknya 2 atau 3 hari per minggu Idealnya, 5-7 hari per minggu

Diadaptasi dari *American College of Sport Medicine, ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2010)

Secara umum, jikalau aktivitas yang akan dilakukan membutuhkan pemanjangan ruang gerak, waktu yang tepat untuk melakukan peregangan adalah setelah latihan aerobik. Suhu tubuh yang tinggi membantu untuk meningkatkan ruang gerak sendi. Otot pun akan kelelahan setelah latihan, dan otot yang lelah cenderung akan memendek, yang mana akan mengarah pada rasa sakit dan kejang. Latihan peregangan membantu otot yang lelah kembali ke ukuran panjang normal ketika istirahat dan mencegah rasa sakit yang tidak perlu (Hoeger & Hoeger, 2011).

### **Akankah peregangan sebelum latihan mencegah cedera?**

Penelitian mengenai hal ini masih terbatas. Beberapa data menyarankan bahwa peregangan sebelum aktivitas fisik akan meningkatkan risiko cedera. Penurunan

kekuatan dan power yang sifatnya sementara juga terlihat ketika peregangan yang intensif dilakukan sebelum latihan. Faktor terpenting sebelum melakukan latihan yang berat adalah secara bertahap meningkatkan intensitas latihan melalui *calisthenics* yang ringan dan latihan aerobik dengan intensitas rendah-sedang. Sampai data yang lebih berarti didapatkan, anda mungkin lebih baik melakukan program fleksibilitas atau peregangan setelah fase latihan aerobik dan/atau latihan kekuatan dari program latihan anda.

### **Apakah latihan beban membatasi kelenturan?**

Mitos populer tentang individu dengan otot yang besar dikatakan sebagai kumpulan orang yang tidak fleksibel. Data menunjukkan bahwa latihan beban, ketika dilakukan dengan ruang gerak yang seluas-luasnya, tidak membatasi fleksibilitas atau kelenturan. Dengan beberapa pengecualian, kebanyakan latihan beban dapat melakukan pemanjangan sampai pemendekan yang sempurna. Binaragawan dan atlet senam, yang terbiasa latihan berat dengan beban, memiliki fleksibilitas di atas rata-rata. Akankah latihan beban membantu kita menurunkan berat badan? Pengeluaran energi saat peregangan sangat rendah. Dalam 30 menit latihan aerobik, dengan mudah anda akan membakar tambahan 250-300 kalori jika dibandingkan dengan 30 menit peregangan. Latihan fleksibilitas atau kelenturan dapat membantu kebugaran menyeluruh tapi tidak berkontribusi besar terhadap penurunan berat badan atau mempertahankan berat badan.

### **Seberapa besar peregangan itu “menyakitkan” dalam fungsinya menambah kelenturan tubuh?**

Peregangan yang benar harusnya tidak melukai. Peregangan dilakukan intinya hanya sampai ketegangan ringan. Sakit adalah indikasi bahwa peregangan yang anda lakukan terlalu agresif. Sangat baik bagi anda untuk menurunkan derajat peregangan dan tahan posisi akhir untuk periode waktu yang lebih lama (Hoeger & Hoeger, 2010).

## **Keuntungan Memiliki Kelenturan yang Baik**

Fleksibilitas atau kelenturan yang baik mendukung otot dan sendi yang sehat. Meningkatkan elastisitas otot dan jaringan pengikat sekitar sendi membuat gerakan menjadi lebih bebas dan kemampuan individu untuk berpartisipasi dalam berbagai tipe olahraga dan aktivitas rekreasi. Fleksibilitas yang baik juga membuat aktivitas sehari-hari seperti memutar, mengangkat, dan membungkuk menjadi lebih mudah untuk dilakukan. Setiap orang harus berhati-hati, jangan sampai sendi melebihi batas normal ketika diregangkan. Kelenturan yang berlebihan juga akan membuat tidak stabil dan kehilangan sendi, yang mana dapat meningkatkan risiko cedera, termasuk dislokasi sendi.

Peregangan yang rutin akan meningkatkan sirkulasi otot yang diregangkan, mencegah masalah nyeri punggung bawah dan masalah lain di tulang belakang, meningkatkan dan mempertahankan postur yang baik, mempromosikan gerakan tubuh yang benar, meningkatkan penampilan diri (*self-image*), dan membantu untuk mengembangkan dan mempertahankan kemampuan gerak selama hidup.

Latihan peregangan menjadi obat yang ampuh untuk menyembuhkan *dysmenorrhea* (menstruasi yang menyakitkan), ketegangan sistem saraf (*stress*) dan titik pemicu pada otot dan *fascia*. Peregangan yang rutin dapat membantu menurunkan rasa sakit dan nyeri yang disebabkan oleh stress psikologis dan berkontribusi terhadap penurunan kecemasan, tekanan darah, dan level pernapasan. Peregangan juga dapat membantu meringankan atau menghilangkan kram pada otot ketika istirahat ataupun saat partisipasi olahraga. (Hoeger & Hoeger, 2010).

## **TIPE PEREGANGAN (*STRETCHING*) (Karwasky, 2002)**

### **Peregangan Statis**

Peregangan statis dapat diartikan sebagai peregangan perlahan, bertahap, dan terkontrol melalui ruang gerak yang luas, dalam intensitas yang stabil dan durasi yang lama. Peregangan statis dapat dilakukan pada dua level intensitas.



## 1. *Easy Stretching*

Di awal pemanasan, gerakkan sedikit demi sedikit sampai masih mengalami ketegangan pada otot yang ringan. Tahan 10-30 detik dan konsentrasi pada relaksasi. Ketegangan pada otot harus mereda secara bertahap sampai otot anda rileks. Jika tidak, santai sedikit dan atur sampai terasa ketegangan yang nyaman, dalam hal ini, tidak menyakitkan. Peregangan akan mengurangi kekencangan otot dan menyiapkan otot untuk pengembangan peregangan selanjutnya.

## 2. *Developmental Stretch*

Setelah *easy stretch*, gerakkan sedikit demi sedikit satu inci lebih jauh sampai anda merasakan ketegangan ringan lagi. Tahan 10-30 detik, ketegangan harus berkurang. Jika tidak, santai sedikit dan atur sampai terasa ketegangan dalam zona yang nyaman (tidak menyakitkan). Pengembangan ini dapat mengatur regangnya otot dan meningkatkan kelenturan.

## ***Ballistic Stretching (Peregangan Dinamis)***

Peregangan dinamis melibatkan gerakan memantul dimana titik akhir ditiadakan. Setelah pemanasan yang melibatkan otot besar, *ballistic stretching* harus dilakukan dengan gerakan irama yang meniru kemampuan olahraga yang spesifik (contoh mengayunkan kapak, palu, tongkat baseball, atau stik golf). Peregangan dinamis akan mengembangkan fleksibilitas dinamis dan mengurangi potensi cedera untuk aktivitas dengan kecepatan tinggi. Sebagai awal, gerakan harus dimulai dari gerakan kecil dan sedikit demi sedikit meningkat untuk ruang gerak yang lebih luas.

Catatan: *ballistic stretching* memiliki risiko yang besar terhadap rasa sakit atau cedera. Harus dihindari oleh orang dengan riwayat cedera pada sendi dan dicadangkan untuk program pelatihan khusus olahraga setelah pemanasan rutin dan peregangan rutin statis. Hal ini sangat tidak direkomendasikan untuk populasi atau masyarakat umum.

## ***Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)***

*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) adalah teknik peregangan yang menggunakan perubahan protokol kontraksi dan relaksasi otot. Peregangan PNF sangat efektif dalam memperluas ruang gerak sendi dan juga memberikan keuntungan dalam hal kekuatan. PNF biasanya digunakan untuk membantu mengembalikan ruang gerak normal dan kekuatan setelah mengalami cedera. Namun, kebanyakan latihan PNF membutuhkan pengetahuan dan pengalaman dari rekan ataupun pelatih.

### **Faktor yang mempengaruhi peregangan**

#### **Frekuensi**

Peregangan harus dilakukan setiap hari, sebelum dan setelah aktivitas. Bisa juga dilakukan ketika jeda istirahat dalam satu hari. Apa yang terjadi di lapangan begitu berbeda, sering terjadi ketidakseimbangan antara waktu untuk latihan dan peregangan. Ketika hal ini terjadi, penting sekali untuk selalu melakukan peregangan dengan benar, diproses dalam waktu yang singkat, ditekankan pada otot yang akan digunakan pada saat latihan, kemudian melakukan latihan dari intensitas rendah ke sedang secara bertahap. Peregangan antarset saat latihan beban atau selama istirahat singkat ketika berlari akan sangat membantu. Sebagai tambahan, secara komprehensif, latihan peregangan rutin tanpa gangguan selama kurang lebih 20 menit, seminggu 2 kali, dibutuhkan untuk mempertahankan fleksibilitas yang bagus, yang mana kebutuhannya untuk peningkatan yang signifikan.

#### **Intensitas**

Peregangan jangan dilakukan ketika otot terasa tidak nyaman. Ketidaknyamanan ini akan diketahui saat program latihan dimulai, tetapi akan menjadi tidak terlihat pada sesi berikutnya. Otot harus terasa rileks dan longgar atau bebas setelah melakukan peregangan, tidak sakit atau kaku. Bagaimanapun,

perhatian harus diberikan untuk mendapatkan pemulihan yang seimbang dari semua rutinitas latihan, dan untuk menghindari *over-stretching* atau berusaha untuk mengurangi risiko cedera. Secara umum, peregangan ringan dapat membantu untuk menyembuhkan proses cedera otot, tetapi peregangan yang agresif (dalam hal ini melebihi batas kenyamanan) dapat memberikan efek traumatik dan memperburuk cedera. Pada kasus rehabilitasi cedera, sangat penting untuk mengikuti rekomendasi yang lebih spesifik dari spesialis latihan yang tersertifikasi atau profesional medis.

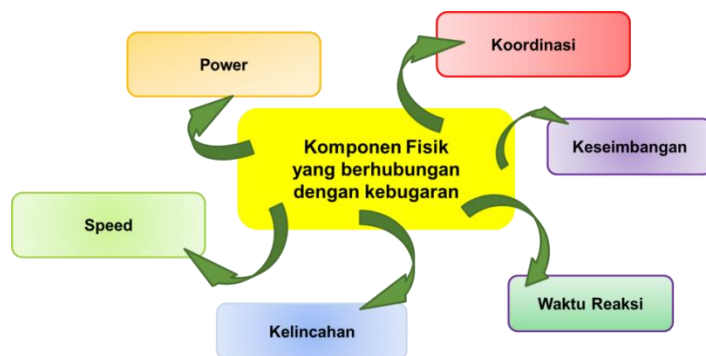
Penelitian terbaru mengindikasikan bahwa pengembangan *stretching* yang agresif akan menimbulkan trauma pada otot, sama dengan angkat beban, yang mana membutuhkan waktu pemulihan. Sehingga, pengembangan *stretching* yang terlalu agresif untuk meningkatkan ruang gerak jangan dilakukan sebelum latihan kekuatan yang berat, latihan kardiovaskular, atau aktivitas olahraga. Pemanasan dan peregangan yang tidak agresif sangat direkomendasikan dilakukan sebelum latihan, dan pengembangan peregangan yang agresif dapat dilakukan setelah atau selama jeda sesi latihan (Karwasky, 2002).

### **Peregangan ketika Pemanasan**

Peregangan statis sudah sangat sering digunakan saat pemanasan, dengan tujuan untuk meningkatkan performa dan mengurangi resiko cedera. *Review* terbaru pada literatur menjelaskan bahwa peran peregangan statis menjadi pertanyaan bagi banyak orang (Young & Behm, 2002). Hanya sedikit bukti bahwa peregangan statis sebelum dan setelah partisipasi dapat mencegah cedera (Herbert & Gabriel, 2002; Pope et al., 2000; Thacker, 2004) atau nyeri otot. Meskipun peregangan statis sebelum aktivitas mungkin dapat meningkatkan performa di olahraga yang memerlukan peningkatan jangkauan gerak pada sendi seperti senam (Thacker, 2004), maka peregangan statis akan berkompromi atau berdampak bagi performa otot. Di sisi lain, beberapa studi menunjukkan bahwa peregangan statis tidak memberikan efek pada aktivitas selanjutnya (Little & Williams, 2006). Peregangan statis juga menunjukkan adanya penurunan pada produksi kekuatan pada otot

(Cramer et al., 2006), performa *power* (Cornwell, Nelson & Sidaway, 2002), kecepatan berlari (Fletcher & Jones, 2004), waktu reaksi dan gerakan (Behm et al., 2004), dan daya tahan kekuatan (Nelson, Kokonel & Arnall, 2005). Sebagai tambahan, baik peregangan *proprioceptive neuromuscular facilitation* (PNF) dan *ballistic stretching*, merugikan aktivitas selanjutnya (Nelson, Kokonel & Arnall, 2005). Sementara peregangan dinamis tampaknya tidak menimbulkan efek penurunan kinerja peregangan statis dan PNF (Fletcher & Jones, 2004), tapi meningkatkan kemampuan berlari selanjutnya (Little & Williams, 2006). Dari penemuan ini, penggunaan peregangan statis, PNF, dan *ballistic stretching* ketika pemanasan masih dipertanyakan. Berdasarkan pada bukti yang ada, peregangan dinamis akan menjadi opsi yang lebih disukai untuk peregangan selama pemanasan (Beachle & Earle, 2008).

## B. *Sport-Specific Physical Fitness*



**Gambar 1.6. Komponen Fisik yang Berhubungan dengan Kebugaran**  
(Porcari, J., Bryant, C., Comana, F, 2018)

1. **Kelincahan**  
Kemampuan untuk merubah posisi tubuh dengan cepat dan presisi.
2. **Kecepatan**  
Kemampuan untuk menampilkan gerakan dalam periode waktu yang singkat.

### 3. Power

Tingkatan kerja yang dapat dilakukan seperti melakukan kontraksi otot dengan kecepatan tinggi.

### 4. Koordinasi

Kemampuan tubuh untuk melakukan gerakan yang kompleks dengan mudah dan benar.

### 5. Keseimbangan

Kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan saat diam dan bergerak.

### 6. Waktu reaksi

Jumlah waktu yang dibutuhkan antara stimulus untuk bergerak dan awal pergerakan.

## **C. Prinsip-Prinsip Latihan**

Dari buku terdahulu (Bompa, 1999) menyebutkan beberapa prinsip-prinsip latihan yang harus diketahui diantaranya; partisipasi aktif (*active participation*), pengembangan multilateral (*multilateral principles*), spesialisasi (*specialization*), individualisasi (*individualization*), keberagaman (*variety*), model dan penambahan beban (*load progression*).

### **Multilateral vs Spesialisasi**

Dalam dunia olahraga dikenal istilah olahraga kesehatan dan olahraga prestasi, tujuan keduanya jelas berbeda, Olahraga kesehatan berfokus dalam mempertahankan derajat kesehatan saja, sementara olahraga prestasi bertujuan untuk meningkatkan performa agar mencapai prestasi tertinggi.

Partisipasi aktif dalam olahraga baik untuk kesehatan ataupun prestasi jelas sangat diperlukan. Apabila tidak ada partisipasi orang banyak, tentunya gaya hidup aktif tidak dapat tercapai, dan prestasi atlet pun tidak meningkat. Hal yang mempengaruhi diantaranya adalah bentuk spesialisasi awal dan program multilateral.

Dua bentuk filosofi olahraga ini dapat menentukan seseorang akan memiliki gaya hidup aktif atau justru tidak sama sekali. Pada ranah prestasi, akan menentukan sejauh mana prestasi yang akan diraih. Gambaran perbandingan spesialisasi awal dan program multilateral dapat dilihat pada Tabel 1.4.

**Tabel 1.4. Filosofi Olahraga**  
(Gambar diadopsi dari Bompa, 1999)

FILOSOFI OLAHRAGA	
Spesialisasi awal	Program multilateral
Peningkatan performa terjadi secara cepat	Peningkatan performa terjadi secara perlahan
Performa terbaik diraih ketika berusia 15-16 tahun karena adaptasi yang cepat	Performa terbaik diraih ketika berusia 18 tahun, pada usia matangnya aspek fisiologi dan psikologis
Perfoma yang tidak konsisten ketika kompetisi	Perfoma yang konsisten setiap kompetisi
Ketika menginjak usia 18 tahun, banyak atlet yang pensiun dini dari olahraga	Memiliki waktu produktif di olahraga lebih lama
Mudah terkena cedera karena adaptasi yang dipaksakan	Sedikit cedera

Penentuan spesialisasi awal atau akhir akan lebih mempermudah orang tua yang menginginkan anaknya menjadi seorang atlet dengan melihat usia kronologis yang dimiliki oleh anak. Kemudian, menyesuaikan dengan kemampuan teknik yang dimiliki anak tersebut. Setelah itu, baru dapat memilih cabang olahraga yang sesuai dan memiliki masa depan atau pengaruh ke depan yang lebih baik. Maka dari itu, dapat dilihat pada Tabel 1.5. berbagai macam cabang olahraga menurut bentuk spesialisasinya.

**Tabel 1.5. Contoh Olahraga dengan Spesialisasi Sejak Dini dan yang Agak Terlambat**  
(Adaptasi dari Balyi, Way dan Higgs, 2013)

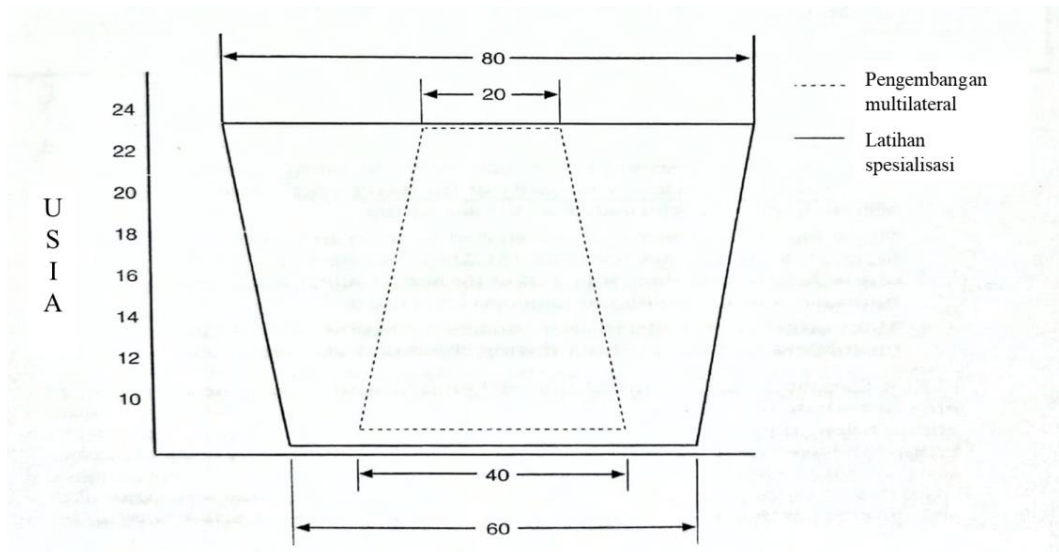
Spesialisasi Awal	Tahap Spesialisasi		
1. Akrobatik	3. Partisipasi sejak dini	4. Sedikit lambat	5. Sangat lambat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skating</li> <li>• Senam</li> <li>• Diving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kinestetik</li> <li>• Ski</li> <li>• Snowboarding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rugby</li> <li>• Speedskating</li> <li>• Bela diri</li> <li>• Atletik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sepeda</li> <li>• Rowing</li> <li>• Kayak</li> </ul>

2. Kinestetik

- Berkuda
- Renang

- b. Tim  
Hoki es  
Basket  
Baseball  
Softball  
Netball  
Sepakbola  
Hoki lapangan
- c. Visual  
Tennis  
Badminton  
Squash

- Kano  
Voli  
Bowling  
Karate  
Judo  
Angkat beban  
Tinju  
Taekwondo  
Golf



**Gambar 1.7. Rasio Antara Pengembangan Multilateral dan Latihan Spesialisasi di Berbagai Usia**

(Gambar diadopsi dari Bompa, 1999)

Prinsip latihan dibagi menjadi prinsip individual, kekhususan, kebalikan, peningkatan beban berlebih, prinsip berat/ringan dan prinsip periodisasi (Kusnanik, Nasution dan Hartono, 2011). Harsono (2015) merumuskan prinsip-prinsip latihan dibagi ke dalam beberapa bagian yaitu prinsip beban lebih (*overload*), prinsip individualisasi, densitas latihan, prinsip kembali ke asal (*reversibility*), prinsip spesifik, perkembangan multilateral, prinsip pulih-asal (*recovery*), variasi latihan, volume latihan, intensitas latihan, azas kompensasi, dan iptek. Di sisi lain, pengembangan mendetail terlihat pada penjabaran materi mengenai prinsip-prinsip latihan (Sidik, Pasurnay & Afari, 2019).

## **Prinsip Latihan**

Dari berbagai sumber yang membahas mengenai prinsip-prinsip latihan. Secara garis besar, beberapa prinsip dapat diaplikasikan dalam latihan fisik diantaranya:

### 1. Prinsip Individualisasi (*Principle of Individuality*)

Setiap atlet tidak diciptakan memiliki kemampuan yang sama terhadap respons latihan, atau tidak memiliki kapasitas yang sama untuk beradaptasi terhadap latihan. Keturunan mempunyai peran penting dalam menentukan respons tubuh pada latihan, sama halnya perubahan kronis pada saat program latihan. Inilah yang disebut dengan prinsip individualisasi. Terkecuali untuk kembar identik, tidak ada dua orang yang memiliki kesamaan karakteristik, sehingga setiap individu tidak akan memperlihatkan respons yang persis sama. Keberagaman pada angka pertumbuhan sel, metabolisme, kardiovaskular dan pengaturan saluran pernapasan, serta sistem endokrin mengantarkan pada keberagaman individual. Perbedaan setiap individu tergambar ketika mengapa untuk beberapa orang menghasilkan peningkatan yang signifikan setelah berpartisipasi pada sebuah program yang diberikan, sementara untuk beberapa individu kadang hanya mengalami sedikit peningkatan atau tidak ada peningkatan sama sekali pada program yang diikuti secara bersama-sama. Oleh karena itu, program latihan harus didasarkan sesuai dengan kebutuhan setiap individu, agar didesain sesuai kebutuhan masing-masing. Sehingga jangan mengharapkan setiap individu memiliki peningkatan yang sama dari setiap program yang diberikan.

### 2. Prinsip Spesialisasi (*Principle of Specialization*)

Adaptasi latihan sangat spesifik terhadap tipe aktivitas dan volume serta intensitas pada latihan yang dilakukan. Sebagai contoh, atlet maraton tidak akan terfokus terhadap tipe latihan interval sprint. Inilah alasan mengapa atlet yang dilatih kekuatan dan power, seperti angkat beban, sering sekali memiliki kekuatan yang besar tetapi tidak meningkatkan kemampuan *aerobic endurance* ketika



dibandingkan dengan orang yang tidak terlatih. Berdasarkan prinsip spesialisasi, adaptasi latihan sangat spesifik terhadap mode dan intensitas latihan, dan program latihan yang dijalani harus menitikberatkan pada sistem fisiologis yang sangat penting untuk performa optimal dengan harapan dapat mencapai adaptasi latihan yang spesifik.

### 3. Prinsip Kebalikan (*Principle of Reversibility*)

Kebanyakan atlet akan setuju bahwa latihan beban akan meningkatkan kekuatan otot dan kapasitas untuk tahan terhadap kelelahan. Selain itu, latihan daya tahan akan meningkatkan kemampuan untuk menampilkan latihan aerobik sampai pada intensitas tinggi dan dalam waktu yang lama. Tetapi jika terjadi penurunan intensitas dan volume latihan atau bahkan sampai berhenti latihan, adaptasi fisiologis akan mengakibatkan peningkatan performa yang sudah terjadi menjadi berkebalikan. Semua peningkatan yang sudah diperoleh justru akan hilang, prinsip berkebalikan ini cenderung didukung oleh bukti saintifik, “*Use it or lose it*”.

### 4. Prinsip Peningkatan Beban (*Principle of Progressive Overload*)

Dua konsep penting, yaitu kelebihan beban dan latihan yang progresif, menjadi dasar bagi keseluruhan program latihan. Berdasarkan prinsip kelebihan beban yang progresif, secara sistematis, akan meningkatkan kebutuhan tubuh akan terjadinya peningkatan pada sesi selanjutnya. Sebagai contoh, ketika melakukan latihan kekuatan untuk menambah kekuatan otot harus terjadi kelebihan beban, dengan kata lain mengandung pengertian bahwa mereka harus menambahkan beban melebihi poin yang biasa dilakukan ketika beban normal. Latihan kekuatan yang progresif akan membuat otot menjadi lebih kuat, baik itu meningkatkan beban atau meningkatkan repetisi. Kedua hal tersebut sangat dibutuhkan untuk menstimulasi peningkatan kekuatan selanjutnya. Sebagai contoh, pertimbangan remaja laki-laki yang dapat melakukan 10 repetisi *bench press* sebelum mencapai kelelahan, menggunakan beban 50 kg dari berat badan. Dalam satu atau dua minggu latihan

beban, dia harus dapat meningkatkan sampai 14 atau 15 repetisi dengan beban yang sama. Kemudian dia menambahkan 2.3 kg bar, dan repetisi berkurang menjadi 8 sampai 10. Saat melanjutkan latihan, repetisi terus bertambah dan dalam beberapa minggu kemudian, dia siap untuk menambahkan 5 kg tambahan. Sehingga, peningkatan bergantung pada penambahan berat yang progresif pada jumlah beban yang diangkat. Sama halnya, dengan latihan anaerobik dan aerobik, volume latihan (intensitas dan volume) dapat meningkat secara progresif.

#### 5. Prinsip Keberagaman (*Principle of Variation*)

Prinsip keberagaman juga bisa disebut dengan prinsip periodisasi, diusulkan pertama kali pada tahun 1960-an, menjadi populer selama 30 tahun ini di area latihan beban. Periodisasi adalah proses yang sistematis dalam mengubah satu atau lebih variabel pada program latihan –mode, volume, dan intensitas– latihan setiap waktu untuk memberikan stimulus latihan yang penuh tantangan dan menjadi lebih efektif. Intensitas latihan dan volume latihan adalah aspek latihan yang sering dimanipulasi untuk mencapai level puncak untuk kompetisi. Periodisasi model klasik melibatkan volume latihan yang tinggi di awal dengan intensitas yang rendah; lalu, progress latihan, terjadi penurunan volume dan meningkatnya intensitas secara bertahap. Gelombang periodisasi menggunakan keberagaman secara intens dalam siklus latihan. Untuk olahraga spesifik, volume dan intensitas dari latihan sangat bervariasi selama siklus makro, yang mana berlaku selama satu tahun. Siklus makro terdiri dari dua atau lebih siklus meso yang didikte oleh waktu kompetisi utama. Setiap siklus meso dibagi menjadi periode persiapan, kompetisi, dan transisi.

#### **Keunikan Prinsip Latihan**

Prinsip individualisasi memiliki perbedaan respons setiap orang terhadap latihan, sehingga program latihan harus didesain menyesuaikan dengan kemampuan individu masing-masing. Prinsip spesialisasi, untuk memaksimalkan manfaat, latihan harus spesifik sesuai dengan tipe aktivitas olahraga dimana seseorang

berkecimpung mendalami satu olahraga. Prinsip berkebalikan, manfaat latihan akan hilang jika latihan tidak dilanjutkan ataupun dikurangi. Untuk menghindari hal ini, semua program latihan harus mengikutsertakan program *conditioning* atau menstabilkan dan/atau memperbaiki kebugaran. Kemudian pada prinsip peningkatan beban, tubuh beradaptasi terhadap volume dan intensitas latihan, akan muncul stress pada tubuh seiring peningkatan volume dan intensitas, sehingga dibutuhkan waktu istirahat untuk memperbaiki sel-sel otot.

#### **D. Periodisasi Latihan**

Sebagai salah satu dari beberapa pencetus materi periodisasi di olahraga, Bompa (1999) beranggapan periodisasi mengacu pada dua aspek penting. Pertama, periodisasi rencana tahunan (*periodization of annual plan*) yang dibagi ke dalam fase latihan yang lebih kecil lagi, agar membuat perencanaan menjadi lebih mudah dan mengatur program latihan dan memastikan performa puncak untuk menata fase latihan ke tingkat yang lebih tinggi lagi pada kecepatan (*speed*), kekuatan (*strength*) dan daya tahan (*endurance*). Selain itu, senior olahraga di Indonesia menambahkan pandangannya mengenai periodisasi, yaitu suatu proses dalam membagi program tahunan (*annual programme*) ke dalam tahap-tahap latihan yang berlangsung lebih pendek serta mencakup segmen-segmen waktu yang lebih mudah untuk dikelola. Demikian pula agar puncak prestasi (*peaking*) di tahun itu bisa jatuh tepat pada waktu yang telah direncanakan (Harsono, 2015).

Lebih singkat lagi, periodisasi adalah struktur logis yang sistematis dari tahapan latihan yang berurutan dan terintegrasi untuk mengembangkan komponen-komponen penting dengan tujuan menghasilkan performa olahraga yang optimal pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat (Haff and Haff, 2012; Issurin, 2008; Issurin, 2010)

## **SIKLUS LATIHAN**

### **Siklus Makro**

Siklus makro adalah siklus terlama yang dibuat untuk pembuatan program latihan. Beberapa pelatih kadang membagi siklus ini ke dalam siklus mikro yang pendek dan siklus mikro panjang. Siklus mikro pendek memiliki durasi selama 1 tahun, sementara siklus makro, durasi Panjang, mencapai 4 tahun berdasarkan pada hitungan jeda Olimpiade.

### **Siklus Meso**

Biasanya mengelompokkan beberapa siklus mikro menjadi satu kesatuan dengan tujuan untuk menentukan tujuan dari komponen kebugaran, biasanya terdiri dari 2 sampai 12 minggu

### **Siklus Mikro**

Biasa disebut sebagai jumlah sesi latihan dalam bentuk unit (Anderson, 1998). Siklus mikro merupakan jumlah hari per minggu.

### **Unit Latihan**

Sesi latihan per hari atau per satu kali latihan yang dilakukan. Dalam unit latihan dibahas mengenai deskripsi bentuk-bentuk latihan secara detail dalam satu sesi latihan

## **BAB II**

### **PERBEDAAN *EXERCISE* DAN *TRAINING***

Banyak orang beranggapan bahwa olahraga (*exercise*) dan latihan (*training*) memiliki kesamaan persepsi. Orang-orang beranggapan pergi ke tempat gym, mengangkat beban yang berat, lalu melakukan lari –apapun bentuk latihannya yang penting terjadi peristiwa pompa jantung dan darah mengalir. Namun secara lebih rinci, pada kenyataannya, *exercise* dan *training* memiliki makna yang sangat berbeda.

#### **A. Definisi *Exercise***

*Exercise* (olahraga), dalam bentuk sederhana, dapat diartikan sebagai sesuatu yang “menguatkan atau mempertahankan kebugaran fisik dan kesehatan secara keseluruhan”. Sangat disarankan untuk individu berpartisipasi dalam berbagai bentuk olahraga fisik, tidak dispesifikkan pada satu cabang olahraga.

Menurut *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine* (1994: 156-456), bahwa; *Exercise* adalah

- (1) Aktivitas fisik yang melibatkan penggunaan kelompok otot besar dari pada kelompok otot yang sangat khusus, secara relatif gerakan-gerakan tanpa beban dari kelompok-kelompok otot kecil. Yang termasuk di dalam *exercise* adalah: menari, kalestinis, permainan dan aktivitas yang lebih formal seperti jogging, renang, dan lari.
- (2) Beberapa bentuk gerakan yang dirancang untuk melatih atau memperbaiki atau meningkatkan keterampilan.

Latihan (*exercise*) didefinisikan sebagai tahapan proses bergerak yang secara sadar dan sukarela terikat dalam aktivitas untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran dan kesehatan (Potteiger, 2018).

Faktanya, ada pedoman spesifik mengenai anjuran orang dewasa setidaknya berolahraga 2,5 jam per minggu. Tujuan dasar dari *exercise* pun sangat jelas; untuk menjaga anda sehat.

Ada segudang manfaat kesehatan dan kesejahteraan untuk berolahraga secara teratur, termasuk meningkatkan kapasitas kardiovaskular, sistem kekebalan tubuh, kesehatan otak, kualitas tidur dan kesehatan mental. Dan yang paling atas dari semuanya adalah, *exercise* dapat membantu anda dalam mengontrol berat badan – meskipun sangat tidak mungkin untuk berolahraga, tetapi asupan makanannya sangat buruk.

## **B. Definisi *Training***

Seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya, bahwa hal ini menjadi sebuah perhatian, ketika seseorang berkata sedang berlatih, dapat diartikan bahwa secara aktif berusaha untuk meningkatkan sesuatu, dan biasanya dilakukan secara sistematis.

Pelari berlatih untuk maraton, petinju berlatih untuk disiapkan menghadapi pertarungan besar. Atlet berlatih untuk unggul pada cabang olahraga yang mereka pilih. Atas berbagai contoh tersebut, orang-orang ini *exercise* ketika mereka training. Akan tetapi, training tidak hanya berhubungan dengan *exercise* saja –faktanya, training menjadi lebih eksklusif. Banyak orang mengatakan bahwa ketika kita melatih sesuatu –atau melatih untuk menghasilkan sesuatu–, kita berusaha mengkondisikan diri kita untuk mencapai tingkat yang lebih tinggi, untuk menjadi lebih baik dalam hal apapun.

Adapun beberapa pengertian latihan menurut para ahli terdahulu dapat dilihat sebagai berikut. Pertama, menurut Nossek (1982:3) latihan adalah proses untuk pengembangan penampilan olahraga yang kompleks dengan memakai isi latihan, metode latihan, tindakan organisasional yang sesuai dengan tujuan. Kemudian, kedua, menurut Bompa (1994:4) latihan adalah aktivitas olahraga yang sistematis dalam waktu yang lama, ditingkatkan secara progresif dan individual yang mengarah

kepada ciri-ciri fungsi psikologis dan fisiologis manusia untuk mencapai sasaran yang ditentukan. Lalu, dilanjutkan menurut Sukadiyanto (2005:1) menerangkan bahwa pada prinsipnya latihan merupakan suatu proses perubahan ke arah yang lebih baik, yaitu untuk meningkatkan kualitas fisik kemampuan fungsional peralatan tubuh dan kualitas psikis anak. Dan yang terakhir adalah menurut Harsono (1988:102) bahwa latihan juga bisa dikatakan sebagai sesuatu proses berlatih yang sistematis yang dilakukan secara berulang-ulang yang kian hari jumlah beban latihannya kian bertambah. Dari berbagai macam pendapat para ahli mengenai pengertian latihan, pengertian latihan menurut Prof. Harsono menjadi hal yang mudah dipahami oleh banyak pelaku olahraga di Indonesia.

### **C. Perbedaan Serta Contoh *Exercise* dan *Training***

Seperti yang anda bayangkan, perbedaan pengertian ini akan kembali pada tujuan anda yang sudah direncanakan dari awal. Jika prioritas anda adalah untuk mempertahankan taraf kesehatan, maka lakukanlah latihan (*exercise*) secara umum dan cocok untuk anda, anda memiliki kebebasan untuk memilih cabang olahraga atau berbagai aktivitas yang paling disukai.

Pergi *hiking*, jika anda menyukai hal tersebut. Melakukan *workout* dari video yang ada di *youtube* agar jantung anda bekerja. Atau anda bisa juga melakukan olahraga yang dominan melompat selama 30 menit dan hal tersebut akan dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan kesehatan yang dianjurkan. Bagaimanapun juga, jika anda ingin menjadi lebih kuat, besar dan berotot, maka kamu akan membutuhkan latihan (*training*).

Hal-hal ini tidak terjadi begitu saja sebagai hasil dari latihan dan bergerak; sebaliknya, hal tersebut adalah respons yang dapat diprediksi agar secara rutin menempatkan diri anda di bawah tekanan secara bertahap dan terus meningkat, juga memaksa tubuh untuk beradaptasi. Benar, latihan (*training*) itu intens. *Training* membutuhkan fokus. *Training* membuat kita bekerja keras. Dan yang paling penting,

ketika anda latihan (*training*), anda membutuhkan perencanaan. Pergi ke tempat gym dan melakukan angkat beban saja tidak cukup disebut sebagai *training*, itu hanya bentuk lain dari *exercise*.

Jika dilihat dari perspektif orang yang terlibat dalam *exercise* dan *training*, penamaan orang yang ahli pada kedua hal tersebut saja jelas berbeda. Orang-orang yang terbiasa melakukan latihan (*exercise*) untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran dan kesehatan disebut sebagai *fitness enthusiast*.

Sementara mereka yang secara terus menerus melakukan latihan (*training*), lama kelamaan akan dianggap sebagai atlet atas segala bentuk latihan yang telah dilakukan bertahun-tahun dan menghasilkan sebuah prestasi yang membanggakan. Berikut Tabel 2.1. yang menunjukkan perbedaan antara *exercise* dan *training*.

**Tabel 2.1. Perbedaan Antara *Exercise* dan *Training***

EXERCISE	TRAINING
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penekanan pada aktivitas fisik saja</li> <li>2. Dilakukan dalam waktu senggang tidak direncanakan secara detail</li> <li>3. Tidak sistematis</li> <li>4. Melibatkan kelompok otot-otot besar.</li> <li>5. Tidak untuk mencapai prestasi hanya untuk peningkatan kebugaran fisik semata</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meliputi berbagai aspek latihan (fisik, mental dan sosial)</li> <li>2. Proses yang sistematis</li> <li>3. Dilakukan dalam periode waktu tertentu secara kontinu dan berkesinambungan.</li> <li>4. Direncanakan secara matang dan detail baik dari segi waktu serta aktivitas yang dilakukan</li> <li>5. Melibatkan seluruh bagian otot yang ada</li> <li>6. Pengembangan segala aspek yang ada pada individu untuk mencapai target-target tertentu</li> </ol>



## **BAB III**

# **PENGETIAN RESPONS DAN ADAPTASI LATIHAN**

### **A. Pengertian Respons**

Terdapat dua macam bentuk respons yang terjadi, yaitu *acute response* dan *chronic response*. *Acute response* mengandung pengertian sebagai respons langsung atau sesegera mungkin, sebagai akibat dari Latihan. Sementara, *chronic response* adalah respons jangka pendek yang dialami oleh tubuh setelah latihan. Latihan yang dilakukan oleh atlet selama sesi latihan atau kompetisi meningkatkan penyesuaian pada proses adaptasi akut.

Proses ini termasuk pada respons homeostatis dan perubahan koordinasi melalui mekanisme adaptasi secara general. Setiap melakukan latihan akan menghasilkan peningkatan kebutuhan oksigen dan kebutuhan untuk mengurangi produksi CO<sub>2</sub>. Berdasarkan hal tersebut terjadi peningkatan aktivitas kardiovaskular dan sistem pernapasan. Peningkatan metabolisme energi menyebabkan terjadinya peningkatan produksi panas. Penilaian tentang level termoregulasi pun perlu dilakukan dan akan berdampak pada peningkatan perubahan keseimbangan air dan elektrolit.

Ketika intensitas latihan atau durasi meningkat di atas nilai ambang batas, mobilisasi energi dan sumber protein akan terjadi (sebagai aktivasi mekanisme adaptasi general).

Salah satu contoh dari respons dapat terlihat ketika melakukan latihan dominan sistem energi aerobik, dimana respons yang langsung dirasakan seiring dengan peningkatan frekuensi dan intensitas langkah menyebabkan terjadinya peningkatan denyut jantung, diiringi dengan keluarnya keringat bersama dengan sekresi sisa

metabolisme. Kejadian tersebut sering dialami oleh setiap orang ketika memulai latihan.

## **B. Pengertian Adaptasi Latihan**

Adaptasi dalam lingkup biologi diartikan sebagai proses yang membuat spesies menjadi bersatu dengan lingkungannya. Hal ini merupakan hasil seleksi alam dari berbagai variasi generasi yang ada. Setiap individu beradaptasi dengan lingkungan mereka melalui berbagai macam cara; baik struktur, fisiologi, genetika, gerak, dan lainnya.

Adaptasi dalam olahraga didefinisikan sebagai proses tubuh menjadi terbiasa dengan program latihan, melalui pemberian pengulangan aktivitas. Ketika tubuh beradaptasi terhadap stress dari bentuk atau program latihan yang baru, program akan menjadi lebih mudah untuk dilakukan dan dapat menjelaskan mengapa para pemula sering merasakan sakit/pegal/linu setelah mengawali rutinitas baru. Namun, setelah melakukan latihan yang sama selama seminggu dan berbulan-bulan dengan intensitas yang sama, para pemula akan mengalami sedikit, bahkan tidak sama sekali, merasakan nyeri otot. Hal ini menguatkan adanya kebutuhan untuk secara stabil melakukan berbagai macam rutinitas latihan jika menginginkan hasil yang maksimal.

Contoh yang sering ditemukan ketika mengalami adaptasi dalam jangka waktu lama dapat dilihat dengan nyata melalui latihan beban. Latihan beban memberikan bentuk adaptasi latihan yang dominan pada otot dengan adanya peningkatan jumlah protein otot kontraktile yaitu aktin dan myosin. Selain itu, adaptasi testosterone terhadap latihan akan mengakibatkan kondisi otot berubah, salah satunya adalah ukuran sel otot meningkat.

Proses adaptasi tidak dapat dibatasi oleh reaksi spesifik homeostatis. Komponen utama mekanisme adaptasi diantaranya adalah; 1) mobilisasi cadangan energi tubuh; 2) mobilisasi sumber daya protein; 3) aktivasi sistem imun. Sebagai

hasilnya, akan terjadi peningkatan kemungkinan regulasi homeostatis, dan aktualisasi kebutuhan aktivitas tubuh termasuk latihan fisik (Virus, 1995).

Aktivitas kerja otot berhubungan erat dengan proses adaptasi pada organisme. Setiap latihan memacu adanya proses adaptasi awal yang membutuhkan pengaturan fungsi tubuh untuk menyesuaikan dengan peningkatan metabolisme energi. Penyesuaian ini juga dibutuhkan untuk menghindari perubahan yang berbahaya pada wilayah internal tubuh. Semua bentuk penyesuaian ini akan memudahkan performa saat latihan dan lebih jauhnya akan menentukan level performa. Pengulangan yang sistematis dari latihan akan berimbas pada adaptasi yang stabil yang ditemukan pada perubahan struktural dan metabolis, memungkinkan adanya peningkatan kapasitas fungsi kerja.

Respons dan adaptasi akan terjadi ketika seseorang mulai mengawali beraktivitas fisik. Kemudian, dengan adanya pengaturan intensitas dan volume latihan, perubahan akan terlihat sejak latihan, per minggu, hitungan bulan sampai hitungan tahun jika program latihan dibuat secara simultan dan progresif.

### **C. Pengaturan Homeostatis**

Homeostatis adalah tahap dinamika keseimbangan dinamis dari lingkungan internal tubuh. Homeostatis juga diartikan sebagai kondisi stabil pada struktur dan fungsi lingkungan internal tubuh (Assefa & Tsige, 2003).

Latihan mengganggu kondisi homeostatis, menyebabkan adanya perubahan yang mewakili respons tubuh terhadap latihan. Respons latihan adalah pola perubahan variabel fisiologis selama sekali kerja fisik. Variabel fisiologis adalah fungsi tubuh yang terukur yang berubah atau bervariasi di bawah suatu kondisi.

Sebagai contoh, denyut jantung adalah variabel yang sangat familiar. Semua orang mengetahui bahwa denyut jantung akan meningkat ketika latihan. Namun, denyut jantung meningkat selama latihan ternyata tidak mendeskripsikan pola keseluruhan dari respons. Sebagai contoh, denyut jantung merespons terhadap sprint

400 m akan berbeda dengan respons denyut jantung 50 mill bersepeda. Untuk memahami respons denyut jantung atau variabel lainnya, perlu adanya informasi lebih lanjut mengenai latihan. Terdapat tiga faktor yang dipertimbangkan ketika menentukan respons akut terhadap latihan (Plowman & Smith, 2010): 1) Modal latihan (mode); 2) Intensitas latihan; 3) Durasi latihan.

**Modal latihan** (atau mode) diartikan sebagai tipe aktivitas yang dilakukan. Sebagai contoh, rowing memberikan efek yang berbeda pada sistem pernapasan dan kardiovaskular dari pada sepakbola. Mode sering diklasifikasikan sebagai tipe energi yang digunakan (aerobik atau anaerobik), kerja otot dominan (berkelanjutan dan berirama, beban dinamis atau statis), atau kombinasi sistem energi dan kerja otot.

**Intensitas latihan** lebih mudah digambarkan dengan maksimal atau submaksimal (mendekati maksimal). Latihan maksimal terus meningkat; dilakukan sampai intensitas tertinggi, beban paling besar atau durasi terlama pada setiap individu sesuai dengan kemampuannya masing-masing. Sementara, latihan submaksimal dideskripsikan sebagai kerja fisik yang memiliki beban pasti, yang mana beban kerjanya diasumsikan di bawah kemampuan maksimal setiap individu. Beban yang diberikan ditandai dengan variabel fisiologis seperti bekerja dengan denyut jantung spesifik (kira-kira, 150 kali/menit), kerja spesifik (misal, 600 kgm/menit) atau jarak tertentu.

**Durasi latihan** dideskripsikan sebagai lama waktu kerja otot yang berkelanjutan. Durasi bisa dalam jangka waktu singkat 1-3 detik dengan gerakan yang eksplosif, seperti lompat, atau 12 jam kerja otot untuk *full triathlon* (3.2 km renang, 160 km sepeda dan 42.2 km lari). Semakin pendek durasi, semakin tinggi intensitas latihan. Sebaliknya, semakin lama durasi latihan, semakin rendah intensitas latihannya. Maka dari itu, besarnya penurunan homeostatis bergantung pada durasi dan intensitas latihan.

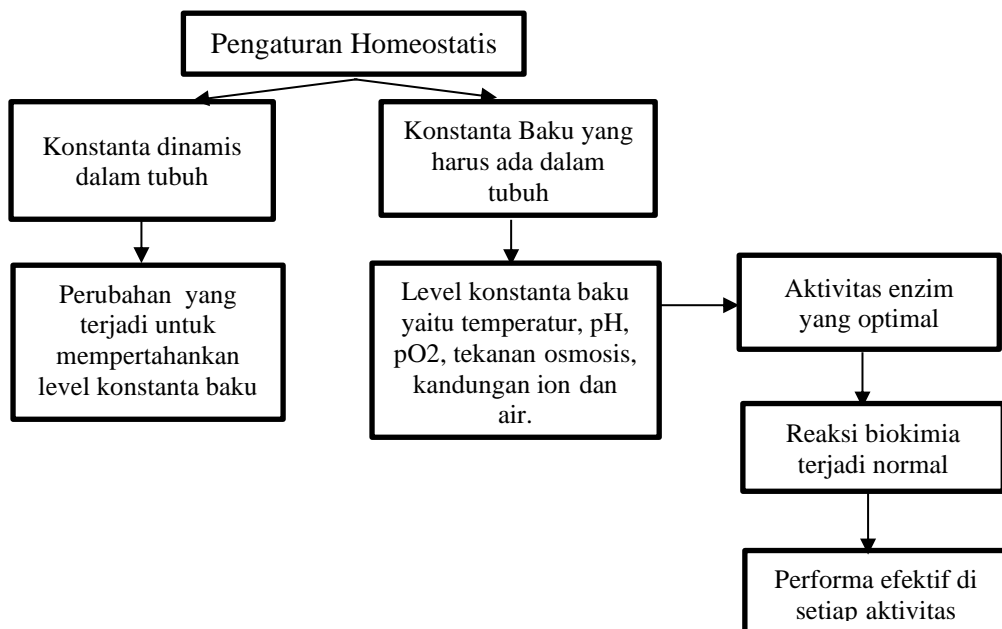
Adaptasi terhadap kondisi kehidupan dan aktivitas tubuh sering diasumsikan terhadap mempertahankan atau menyimpan substrat di lingkungan internal tubuh. Hanya beberapa parameter pada lingkungan internal tubuh yang menjaga pada level

stabil, sementara yang lainnya berada pada level di atas normal. Komponen baku pada homeostatis adalah temperatur, pH, tekanan osmosis, dan konten ion, air dan pO<sub>2</sub> (O<sub>2</sub> yg terlarut dalam plasma darah). Mudah untuk dipahami, bahwa ada beberapa kondisi yang menentukan aktivitas enzim yang optimal. Hal ini, memudahkan kita untuk memahami pentingnya komponen yang terlibat dalam proses homeostatis. Tanpa memastikan kebutuhan yang diperlukan, yang mana memastikan optimalisasi kerja enzim, proses metabolis akan rusak dan kemungkinan untuk mempertahankan hidup menjadi berkurang.

Pengaturan homeostatis dipengaruhi oleh faktor kontrol pada level selular yang terjadi secara otomatis, hormonal, dan pengaturan neural. Berdasar pada literatur yang ada, fungsi homeostatis akan mengarah pada hormon dan zat bioaktif yang bekerja sama dengan sebuah proses yang dipengaruhi oleh sistem syaraf secara langsung. Dalam beberapa kasus, respons perilaku termasuk ke dalam regulasi homeostatis.

Apabila dapat digambarkan melalui sebuah diagram, maka pengaturan homeostatis akan terlihat seperti pada tabel berikut ini:

**Tabel. 3.1. Pengaturan Homeostasis**



## **D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adaptasi Latihan**

Latihan adalah satu kegiatan aktivitas tubuh atau aktivitas otot yang membutuhkan pengeluaran energi melampaui kadar istirahat, meskipun tidak semua, terjadi dari hasil gerakan yang sukarela. Sesi latihan biasanya direncanakan dan terstruktur untuk dapat meningkatkan atau mempertahankan satu atau lebih komponen kebugaran fisik (Plowman & Smith. 2010).

Ada tiga faktor yang mempengaruhi respons dan adaptasi ketika latihan sehingga menyebabkan pemberian intensitas latihan harus bersifat individualisasi. Faktor-faktor tersebut diantaranya: 1) **Stressor**: Jenis olahraga, Intensitas, waktu, frekuensi yang dilakukan, dll.; 2) **Organik**: Faktor-faktor yang dimiliki individu bersangkutan, untuk dapat melakukan penyesuaian fungsional secara maksimal (umur, seks, kebugaran jasmani, Kesehatan, dst); 3) **Keadaan lingkungan**: lingkungan panas, dingin, lembab, ketinggian, dst.

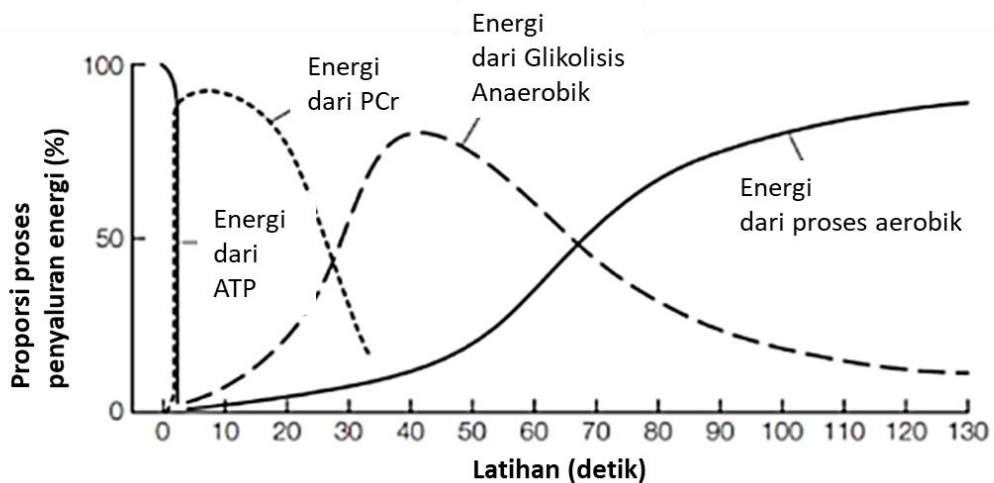
Dari sudut pandang fisiologis, latihan atau aktivitas fisik melibatkan proses kerja otot/pengeluaran energi dan memberikan perubahan (akut dan kronis). Maka dari itu, makna latihan dan aktivitas fisik digunakan secara bergantian.

## BAB IV

# PERUBAHAN BIODOKIMIA AKIBAT LATIHAN

### A. Perubahan Biokimia pada Latihan

Saat mengawali aktivitas, energi yang digunakan berasal dari adenosine triphosphate (ATP) yang tersimpan dalam otot, ATP ketika digunakan akan dipecah menjadi adenosine diphosphate (ADP). Creatine phosphate (PCr) secara cepat diganti dengan ATP, dan secara langsung berubah menjadi sumber energi utama. Pemecahan secara anaerobik terhadap glikogen otot terjadi melalui glikolisis untuk membentuk ATP dan asam laktat setelah PCr. Sementara itu, proses aerobik didominasi rata-rata di atas 60 detik.



**Gambar 4.1. Skema Gambaran Kontinuitas Energi**  
(gambar diadopsi dari Birch, McLaren, & George, 2005)

Kontinuitas energi menggambarkan perubahan sumber energi utama dengan waktu ketika latihan dilakukan secara maksimal untuk setiap fasenya. Sebagai contoh, saat 20 detik latihan dengan intensitas maksimal, rata-rata 40 persen energi

diperoleh dari PCr, 50% dari glikolisis dan 10% dari proses aerobik, sementara ketika detik ke-40 kontribusi berasal dari 5%, 80%, dan 15% untuk PCr, glikolisis, dan proses aerobik, secara berurutan. Memahami kontinuitas energi memudahkan pelatih dan atlet untuk mengapresiasi betapa pentingnya peran sumber energi utama ketika digunakan selama latihan maksimal dalam waktu yang singkat atau pengulangan sprint selama latihan atau dalam pertandingan.

Lebih jelas lagi, secara rinci hubungan antara durasi, intensitas dan sistem energi yang bekerja ketika latihan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Semakin tinggi intensitas latihan, semakin singkat jangka waktunya. Sebaliknya semakin rendah intensitas latihan, semakin lama durasi latihan yang dilakukan. Peran sistem fosfagen, glikolisis, dan oksidatif bekerja secara berurutan mengikuti durasi latihan. Gerakan yang eksplosif menjadi tugas fosfagen dan glikolisis cepat (biasa disebut glikolisis anaerobik), sementara untuk gerakan yang tahan lama, dominan bekerja atas dasar kerja dari sistem oksidatif. Intensitas sedang ketika latihan memberikan peran glikolisis dan oksidatif menyesuaikan dengan karakteristik cabang olahraga masing-masing.

**Tabel 4.1. Efek Durasi dan Intensitas Latihan terhadap Sistem Energi yang Digunakan**

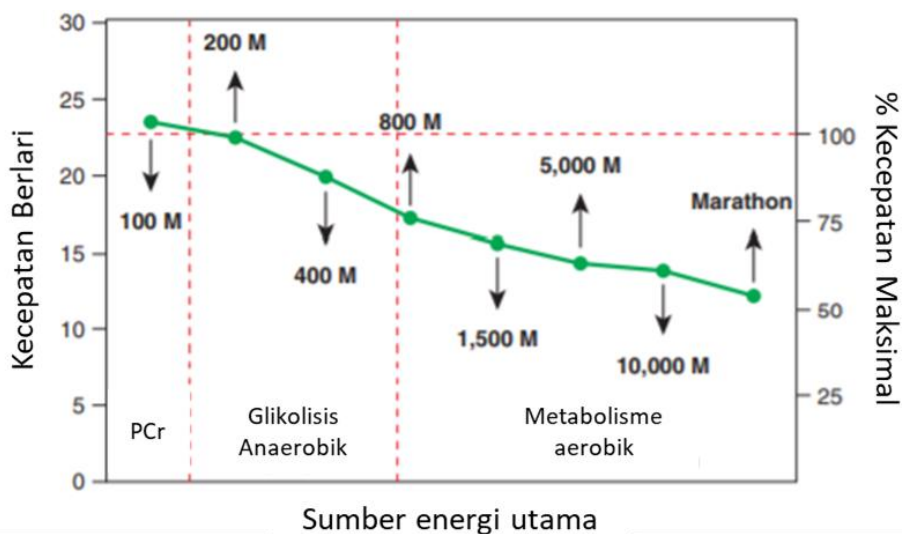
(gambar diadopsi dari buku Beachle & Earle, 2008)

Durasi	Intensitas	Sistem Energi Utama
0-6 detik	Amat sangat tinggi	Fosfagen
6-30 detik	Sangat tinggi	Fosfagen dan glikolisis anaerobik
30 detik – 2 menit	Tinggi	Glikolisis anaerobik
2-3 menit	Sedang	Glikolisis anaerobik dan sistem oksidatif
> 3 menit	Rendah	Sistem oksidatif

Atlet yang dominan kemampuan anaerobik misalkan seperti lompat, sprint, dan angkat beban, akan menggunakan sumber energi utama yang berasal dari



fosfagen atau disebut juga PCr, sebagai energi yang digunakan akibat dari gerakan eksplosif. Sementara itu, jika seseorang melakukan latihan dengan nomor jarak jauh seperti maraton, duathlon, triathlon, dsb., sistem energi yang digunakan dominan aerobik dimana unsur penggunaan sistem oksidatif dapat diterapkan secara maksimal. Olahraga dengan durasi yang lama membutuhkan asupan oksigen yang dapat berguna untuk membantu proses pembakaran energi dalam tubuh. Sementara, olahraga dengan durasi rentang 30 detik–3 menit terjadi penggunaan proses sistem energi glikolisis. Olahraga yang menggunakan sistem energi glikolisis baik anaerobik maupun aerobik, salah satunya adalah nomor lari jarak menengah. Gambaran singkatnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2. Sumber Energi Utama dari Berbagai Nomor Lari**

(gambar diadopsi dari McLaren & Morton, 2012)

Seiring bertambahnya jarak berlari yang dipertandingkan, semakin menurun kecepatan berlari dan presentase kecepatan maksimal yang dilakukan oleh setiap individu. Sumber energi PCr, Glikolisis Anaerobik dan Metabolisme Aerobik menjadi sumber energi penting bagi setiap orang, begitu juga mereka yang aktif berolahraga atau atlet yang berkompetisi dalam menampilkan performa terbaik.

## **B. Perubahan pada Sistem Tubuh**

Olahraga atau aktivitas fisik membutuhkan kerja otot yang maksimal dan dapat dipertahankan dalam durasi yang lama. Respons dan adaptasi yang diberikan terjadi melalui sistem kerja otot dan syaraf. Otot dan syaraf berkontribusi secara bersamaan untuk menghasilkan gerakan yang sesuai kebutuhan gerak. Tentu saja harus disertai dengan kemampuan yang mendukung, agar gerakan yang diinginkan dapat terealisasi.

Fokus pembahasan perubahan sistem tubuh menuju pada perubahan sistem kardiovaskular, respirasi, sistem neuromuscular-skeletal, dan neuroendocrine-immune. Sistem internal tubuh akan berpengaruh terhadap performa di lapangan. Jantung, otot, dan jaringan akan bekerja sama agar gerakan yang dilakukan ketika di lapangan sesuai dengan persepsi gerak yang diharapkan. Pernapasan tentunya memberikan peranan yang penting untuk pertukaran gas oksigen dan karbondioksida. Oksigen tentunya membantu proses pembakaran dalam tubuh yang berfungsi untuk menghasilkan energi. Sistem syaraf akan bekerjasama dengan otot rangka dan sistem endokrin serta imun dalam hal pemberian stimulus dan signal untuk merespons terhadap kondisi eksternal.

## **C. Perubahan Biokimia Akibat Latihan Aerobik**

Perubahan biokimia yang terjadi selama olahraga dominan aerobik (membutuhkan asupan oksigen selama beraktivitas) tentu akan terjadi secara berkelanjutan. Hal ini tidak lain untuk meminimalisasi penurunan performa.

## Adaptasi Fisiologis yang Terjadi Ketika Latihan Aerobik

**Tabel 4.2. Adaptasi Tubuh terhadap Latihan Aerobik**

(adaptasi dari buku Beachle & Earle, 2008)

Variabel	Adaptasi latihan daya tahan aerobik
<b>Performa</b>	
Kekuatan Otot	Tidak berubah
Daya Tahan Otot	Meningkat untuk penggunaan power yang rendah atau sedikit
Power Aerobik	Meningkat
Produksi kekuatan maksimal	Tidak berubah atau menurun
Vertical jump	Kemampuan tidak berubah
Power Anaerobik	Tidak berubah
Kecepatan Sprint	Tidak berubah
<b>Serat Otot</b>	
Ukuran serat otot	Tidak berubah atau sedikit meningkat
Kepadatan kapiler	Meningkat
Kepadatan mitokondria	Meningkat
Ikatan protein myosin	Tidak berubah atau menurun jumlahnya
<b>Aktivitas Enzim</b>	
Creatine phosphokinase	Meningkat
Myokinase	Meningkat
Phosphofruktokinase	Bervariasi
Lactate dehydrogenase	Bervariasi
Sodium-potassium ATPase	Mungkin sedikit meningkat
<b>Penyimpanan Metabolisme Energi</b>	
Penyimpanan ATP	Meningkat
Penyimpanan creatine phosphate	Meningkat
Penyimpanan glikogen	Meningkat
Penyimpanan trigliserida	Meningkat
<b>Jaringan Konektif</b>	
Kekuatan ligament	Meningkat
Kekuatan tendon	Meningkat
Kandungan kolagen	Bervariasi
Kepadatan tulang	Tidak berubah atau meningkat
<b>Komposisi Tubuh</b>	
% lemak tubuh	Menurun
Massa tubuh tanpa lemak	Tidak berubah

## Sistem Kardiovaskular

*Cardiac output* adalah jumlah darah yang dipompa oleh jantung dalam liter per menit dan ditentukan oleh kuantitas darah yang dipompa setiap detakan (*stroke volume*) dan jumlah pompa jantung (*heart rate*).

$$\text{Cardiac output (Q)} = \text{stroke volume} \times \text{heart rate}$$

Keterangan:

Satuan *stroke volume* adalah mililiter darah per detakan jantung. Ketika istirahat *stroke volume* bisa menghasilkan 5 L darah per menit, ketika latihan dapat mencapai 4x lipat, yaitu 20 – 22 L/menit. Denyut nadi dihitung dalam detak (kontraksi) per menit.

*Stroke volume* ketika istirahat bisa menghasilkan 5 L darah per menit, ketika latihan dapat mencapai 4x lipat, yaitu 20 – 22 L/menit. *Stroke volume* meningkat di awal latihan dan berlanjut sampai konsumsi oksigen seseorang mencapai kira-kira 50%-60% dari asupan oksigen maksimal. Pada poin ini, *stroke volume* akan kembali stabil.

Pada usia kuliah, atlet laki-laki memiliki *stroke volume* rata-rata 100-115 ml darah per detakan jantung; maksimal *stroke volume* untuk wanita di usia kuliah rata-rata 25% lebih sedikit, berdasarkan pada rata-rata ukuran tubuh.

Dua mekanisme fisiologis bertanggung jawab atas terjadinya *stroke volume*. Pertama adalah volume akhir diastolik (*end-diastolic volume*), yaitu volume darah yang dipompa oleh bilik kiri pada akhir fase pengisian, atau diastolik. Yang kedua adalah bergantung pada catecholamines termasuk epinephrine dan norepinephrine, yang mana merupakan hormon dari sistem syaraf simpatik yang memproduksi kontraksi bilik yang begitu kuat dan kemampuan pengosongan sistolik yang lebih besar pada jantung.

## Denyut Jantung

Denyut jantung meningkat seiring dengan peningkatan intensitas selama latihan aerobik (Franklin, 1988). Arti dari estimasi denyut jantung maksimal adalah kurangi umur seseorang dari 220; sebagai contoh, untuk melakukan estimasi kemampuan denyut nadi maksimal pada seseorang dengan usia 47 tahun adalah:

$$220 - 47 \text{ (dalam tahun)} = 173 \text{ detak/menit}$$

Dalam mengetahui fungsi jantung sebagai indikator intensitas latihan sudah maksimal atau belum, pengecekan perhitungan dapat melalui denyut nadi di sekitar pergelangan tangan atau di bagian leher. Perhitungan denyut jantung maksimal sudah menjadi sebuah patokan paling mudah untuk mengetahui sejauh mana kemampuan jantung seseorang dalam merespons aktivitas fisik yang dilakukan. Ketika denyut jantung/nadi sudah melebihi batas maksimal, ada baiknya penurunan intensitas dilakukan. Namun, ketika denyut nadi ternyata masih berada di nadi awal latihan, belum meningkat signifikan, jika dibutuhkan, indikator denyut nadi ini dapat dihitung kembali dan ditingkatkan sesuai dengan tujuan latihan masing-masing apabila diperlukan.

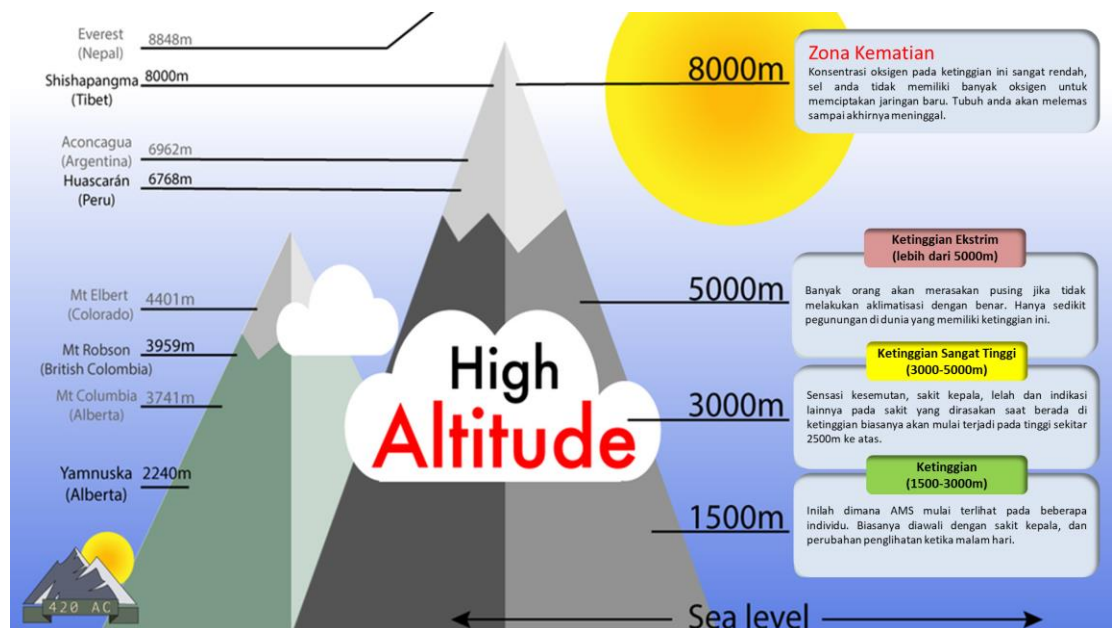
## Pengaruh Eksternal terhadap Respons Kardiorespiratori

Terdapat empat pengaruh eksternal yang dapat mempengaruhi fungsi kardiorespiratori, diantaranya adalah ketinggian, *hyperoxic breathing*, rokok, dan doping darah.

**Aspek Ketinggian.** Ketinggian lebih dari 1200 m menyebabkan adanya pengaturan fisiologis sebagai respons yang terjadi untuk mengkompensasi penurunan kadar oksigen di atmosfer (Havenith & Holewijn, 1998). Respons pertama, adanya peningkatan *pulmonary ventilation (hyperventilation)* saat istirahat dan selama latihan. Peningkatan ventilasi sebagai akibat dari frekuensi pernapasan yang meningkat. Respons kedua, pada fase awal di ketinggian, adanya peningkatan cardiac output saat istirahat dan selama latihan submaksimal, berdasarkan pada

peningkatan denyut jantung (Havenith & Holewijn, 1998; McArdle, Katch & Katch, 2007).

Dapat dilihat pada Gambar 4.3. yang menunjukkan bagaimana pengaruh ketinggian terhadap gejala fisiologis yang dialami. Semakin tinggi, semakin besar risiko kematian yang akan dialami. Gejala kesemutan, pusing, dan indikasi sakit lainnya akibat dari ketinggian akan mengganggu fungsi fisiologis, sehingga berakibat penurunan kemampuan dan paling fatal dapat mengalami kematian.



**Gambar 4.3. Gambaran Ketinggian dan Pengaruhnya terhadap Tubuh**

Di Indonesia, mayoritas ketinggian gunung belum mencapai di atas 5000 m sehingga masih dianggap aman dan tidak berbahaya bagi orang-orang. Berikut adalah urutan ketinggian gunung yang ada di Indonesia: 1) Gunung Puncak Jaya Wijaya -Papua- 4.884 mdpl; 2) Gunung Ngga Pilimsit -Papua- 4.717 mdpl; 3) Gunung Puncak Trikora -Papua- 4.750 mdpl; 4) Gunung Puncak Mandala -Papua- 4670 mdpl; 5) Gunung Kerinci -Jambi- 3.805 mdpl; 6) Gunung Rinjani -Lombok- 3.726 mdpl; 7) Gunung Semeru -Malang- 3.676 mdpl; 8) Gunung Sanggar -NTB-

3.564 mdpl; 9) Gunung Latimojong -Sulawesi Selatan- 3.478 mdpl; 10) Gunung Slamet -Jawa Tengah- 3.428 mdpl. (sumber: *kompas.com*/30 Desember 2019).

Sepuluh nama gunung yang ada di Indonesia, ketinggiannya tidak melebihi 5.000 mdpl. Sehingga dapat dikatakan bahwa jika dibandingkan dengan pegunungan yang ada di dunia, pegunungan di Indonesia termasuk dalam kategori berwarna kuning. Orang yang melakukan pendakian atau latihan di pegunungan Indonesia, hal yang paling parah akan dialami, adalah sakit kepala, kesemutan, lelah dan lain sebagainya. Meskipun pada kenyataannya, hampir semua gunung tertinggi yang telah disebutkan, jarang sekali ada yang dapat digunakan sebagai tempat untuk melakukan latihan terpusat atau *training center*.

Terlepas dari ketinggian pegunungan yang ada di Indonesia, tubuh manusia yang melakukan latihan di ketinggian akan mengalami respons dan adaptasi yang dideskripsikan pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3. Adaptasi Tubuh di Ketinggian**  
(diadopsi dari Beachle & Earle, 2008)

Sistem	Respon jangka pendek	Respon jangka panjang
Pernafasan	Hiperventilasi	Meningkatkan stabilisasi ventilasi
Asam	Cairan tubuh menjadi lebih alkalin karena adanya penurunan CO <sub>2</sub> diiringi hiperventilasi	Ekskresi HCO <sub>2</sub> oleh ginjal disertai penurunan alkalin
Kardiovaskular	Cardiac output meningkat saat istirahat dan selama latihan submaksimal	Melanjutkan peningkatan denyut nadi maksimal
	Denyut nadi submaksimal meningkat	
	Stroke volume sama atau sedikit lebih rendah	Penurunan stroke volume saat istirahat dan saat submaksimal dan latihan maksimal
	Denyut nadi maksimal sama atau sedikit lebih rendah	Menurunkan denyut nadi maksimal
	Cardiac output maksimal sama atau sedikit lebih rendah	Menurunkan cardiac output maksimal
Darah		Meningkatkan produksi sel darah merah
		Meningkatkan hematocrit
		Menurunkan volume plasma
Jaringan		Meningkatkan kepadatan kapiler pada otot
		Meningkatkan angka mitokondria
		Meningkatkan penggunaan asam lemak dan glikogen otot.

***Hyperoxic Breathing.*** Menghirup campuran gas yang diperkaya oksigen (*oxygen-enriched gas mixtures*) selama masa istirahat atau setelah latihan memberikan efek positif pada beberapa aspek performa. Diketahui bahwa *hyperoxic breathing* meningkatkan jumlah oksigen yang dibawa pada darah dan kemudian dapat meningkatkan suplai oksigen pada otot yang bekerja.

**Merokok.** Atlet muda yang merokok jarang menunjukkan efek signifikan pada kinerja fisik. Secara teori, bagaimanapun, efek akut tertentu dari merokok dapat mengganggu kinerja olahraga, terutama ketika ventilasi dan kapasitas aerobik merupakan faktor penting dalam performa. Efek-efek ini termasuk: 1) Peningkatan resistensi jalan napas akibat penyempitan bronkiol terkait nikotin atau peningkatan sekresi cairan dan pembengkakan pada bronkial karena iritasi asap; dan 2) Kelumpuhan silia pada permukaan saluran pernapasan oleh nikotin, yang membatasi kemampuan untuk menghilangkan atau menyaring kelebihan cairan dan partikel asing, menyebabkan penumpukan di lorong pernapasan dan menambah kesulitan bernapas. Perokok ringan pun dapat merasakan ketegangan atau kesulitan pernapasan selama latihan dan penurunan tingkat kinerja (Guyton, 2000; McArdle, Katch & Katch, 2007).

***Blood Doping.*** Terjadinya peningkatan sel darah merah sebagai sarana untuk meningkatkan performa telah dikritik sebagai hal yang tidak etis dan menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi atlet. Meskipun demikian, penelitian telah menyarankan bahwa praktik ini dapat meningkatkan kinerja latihan aerobik dan dapat meningkatkan toleransi terhadap kondisi lingkungan tertentu.

### **Faktor Individual yang Mempengaruhi Adaptasi pada Latihan Aerobik**

Terdapat empat faktor yang mempengaruhi latihan secara individu, sehingga jelas bahwa setiap individu tidak bisa disamakan satu dengan yang lain.

**Usia dan jenis kelamin.** Perbedaan pada power aerobik disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk tingginya presentase lemak tubuh dan rendahnya kadar



hemoglobin pada wanita, dan pria memiliki ukuran jantung dan volume darah yang lebih besar (Brooks, Fahey & White, 1996; Fox, Bowers & Foss, 1993).

**Overtraining.** Overtraining dapat membawa pada penurunan performa yang drastis pada atlet di semua level. Hal ini, disebabkan oleh kesalahan pada desain program latihan. **Tanda seseorang mengalami overtraining diantaranya:** 1) Penurunan performa; 2) Penurunan presentasi lemak; 3) Penurunan asupan oksigen maksimal; 4) Perubahan tekanan darah. 5) Meningkatnya kelelahan otot; 6) Menurunnya glikogen otot; 7) Perubahan denyut jantung ketika istirahat; 8) Meningkatnya denyut nadi latihan submaksimal; 9) Menurunnya nilai laktat; 10) Meningkatnya creatine kinase; 11) Perubahan konsentrasi kortisol; 12) Menurunnya konsentrasi hormon testosteron; 13) Menurunnya rasio jumlah total testosteron terhadap kortisol; 14) Menurunnya rasio jumlah testosteron free terhadap kortisol; 15) Menurunnya rasio total testosteron terhadap hormon seks; 16) Meningkatnya respons stress simpatik.

**Detraining.** Variasi latihan yang sesuai, mempertahankan program Latihan, dan periode pemulihan aktif dapat mencegah terjadinya efek detraining. (Fleck, S.J., and W.J. Kraemer. 1996).

## **D. Perubahan Biokimia Akibat Latihan Anaerobik**

Perubahan yang terjadi pada tubuh, akibat dari respons dan adaptasi setelah latihan anaerobic, menyebabkan adanya beragam bentuk adaptasi di setiap jaringan, khususnya pada serat otot dan sistem energi.

### **Adaptasi Serat Otot terhadap Latihan Anaerobik**

Pada dua studi dijelaskan bahwa subjek yang melakukan lari 15–30 detik dalam melakukan sprint, presentase tipe I menurun dari 57% menjadi 48% dan tipe Iia meningkat dari 32% menjadi 38%. (Jacobs et al., 1987; Jansson et al., 1990).

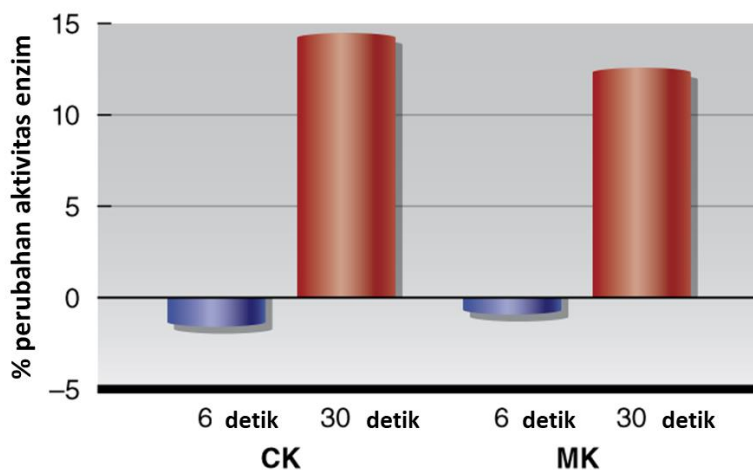
Namun, perubahan yang terjadi ini, tidak akan terlihat ketika melakukan latihan beban. (Kenney, Wilmore & Costill, 2012).

### Adaptasi Sistem ATP-PCr terhadap Latihan Anaerobik

Penelitian yang melibatkan dua grup mengharuskan untuk melakukan *knee extention*:

1. Melakukan 6 detik diulang 10 kali → memberikan stress pada sistem ATP-PCr
2. Melakukan 30 detik → memberikan stress pada sistem glikolisis

Dua bentuk latihan menghasilkan peningkatan kekuatan otot yang sama sebesar 14%. Akan tetapi, hanya sedikit kontribusi terhadap respons mekanisme untuk pemecahan ATP dan PCr. Peningkatan kekuatan membuat atlet dapat melakukan gerakan dengan usaha yang sedikit, sehingga mengurangi risiko kelelahan. (Beachle & Earle, 2008).



Gambar 4.4. Perubahan Aktivitas *Creatine Kinase* (CK) dan *Muscle Myokinase* (MK) Hasil dari Latihan Anaerobik Maksimal Selama 6 dan 30 Detik (Gambar diadopsi dari buku Beachle & Earle, 2008)

### Adaptasi Glikolisis terhadap Latihan Anaerobik

Latihan Anaerobik (30 detik) meningkatkan aktivitas beberapa enzim glikolisis. Yang sering dibahas adalah mengenai enzim *phosphorylase*,

*phosphofructokinase* (PFK), and *lactate dehydrogenase* (LDH). Aktivitas dari ketiga enzim tersebut meningkat dari 10% menjadi 25% dengan pengulangan latihan 30 detik, tetapi hanya sedikit perubahan terjadi pada latihan 6 detik yang memberikan penekanan pada sistem ATP-PC (Costill et al., 1979). Pada penelitian terbaru, sprint maksimal dalam 30 detik signifikan meningkatkan kerja hexokinase (56%) dan PFK (49%) tapi tidak untuk *phosphorylase*. (MacDougall et al., 1998).

## **Faktor Individual yang Mempengaruhi Adaptasi pada Latihan Anaerobik**

### ***Overtraining Anaerobik***

*Overtraining* memberikan efek negatif bagi atlet apalagi orang biasa. Penyebab terjadinya *overtraining* bervariasi, seperti ketidaktahuan pelatih akan pembuatan program latihan sehingga menimbulkan malpraktik, ketidakmampuan atlet mencapai target sesi latihan, dan adanya pemaksaan kerja otot yang berakibat fatal bagi tubuh. Seringkali kasus *overtraining* tidak diketahui gejalanya oleh orang biasa. Faktor eksternal seperti cuaca, usia latihan, dan lain sebagainya, tentunya menjadi faktor tambahan penyebab *overtraining*.

Tentunya *overtraining* dan *overcompensation* jelas berbeda. *Overcompensation* (kompensasi berlebih) memberikan dampak positif bagi tubuh terhadap peningkatan kebugaran akibat dari latihan yang terstruktur dan progresif, sementara *overtraining* menghasilkan dampak yang berkebalikan. Oleh karena itu, antisipasi efek negatif dari latihan harus diketahui potensi gejala-gejalanya, seperti dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4. Tahapan *Overtraining* dari Performa Anaerobik**  
(diadopsi dari Beachle & Earle, 2008)

Performa Anaerobik							
Tahapan Overtraining	Neural	Sistem Otot Rangka	Metabolik	Kardio-vaskular	Sistem Imun	Endokrin	Psikologis
<b>Pertama</b> (tidak ada efek bagi performa)	Merubah fungsi syaraf						
<b>Kedua</b> (mungkin tidak memberikan efek bagi performa)	Merubah rekrutmen motor unit					Merubah aktivitas simpatik dan control hipotalamik	
<b>Ketiga</b> (memungkinkan terjadinya penurunan performa)	Menurunkan koordinasi motoric	Merubah aktivitas kontraksi	Menurunkan glikogen otot	Meningkatkan denyut nadi istirahat dan tekanan darah	Merubah fungsi imun	Merubah konsentrasi hormone	Gangguan mood
<b>Keempat</b> (menurunkan performa)		Menurunkan produksi kekuatan	Menurunkan kapasitas glikolisis		Sakit dan infeksi		Gangguan emosional dan pola tidur

Dengan keahlian menganalisis gejala dari *overtraining* diharapkan dapat mengurangi berbagai macam kasus kelelahan yang terjadi akibat latihan. Empat tahapan *overtraining* menjadi pedoman para pelatih untuk lebih sadar akan pentingnya kualitas kontrol ataupun pengawasan terhadap performa fisik seseorang.

### **Detraining**

*Detraining* adalah kondisi dimana seseorang berhenti melakukan aktivitas fisik, baik dikarenakan cedera, sakit ataupun berhenti berolahraga. Akibatnya, akan terjadi penurunan performa disertai penurunan fungsi fisiologis seperti ketebalan otot, ukuran serat otot, kepadatan kapiler, presentase lemak, kerja enzim aerobik, daya tahan jangka pendek, asupan maksimal oksigen, kepadatan mitokondria, kekuatan dan *power*. Dapat dilihat pada tabel 4.5. bagaimana perbandingan (yang digambarkan dengan ukuran bentuk) pada atlet terlatih yang dominan anaerobik dan aerobik dibandingkan dengan kondisi orang yang mengalami *detraining*.

**Tabel 4.5. Respons Relatif Variabel Fisiologis terhadap Latihan dan Detraining**  
(gambar diadopsi dari buku Beachle & Earle, 2008).

Variabel fisiologis	Terlatih (dominan anerobik)	Detraining	Terlatih (dominan aerobik)
Ketebalan otot			
Ukuran serat otot			
Kepadatan kapileritas			
% lemak			
Enzim aerobik			
Daya tahan jangka pendek			
Asupan maksimal oksigen			
Kepadatan mitokondria			
Kekuatan dan power			

Orang yang *detraining* akan mengalami penurunan ketebalan otot, ukuran serat otot, daya tahan jangka pendek, dan asupan oksigen maksimal, ditambah dengan peningkatan presentase lemak. Meskipun memang ketika membandingkan atlet terlatih yang dominan sistem energi berbeda, akan berbeda pula penerapan dan perbandingannya. Kemampuan atlet terlatih yang dominan anaerobik pasti akan memiliki ukuran otot dan serat otot yang lebih baik dibandingkan dengan dominan aerobik, sebaliknya, atlet yang dominan aerobik akan memiliki daya tahan, presentase lemak, dan kepadatan kapiler yang lebih baik dibandingkan dengan yang dominan anaerobik.

## BAB V

# PERUBAHAN ORGAN TUBUH AKIBAT LATIHAN

### A. Perubahan Kardiovaskuler

Fungsi utama kardiovaskular dapat dibagi ke dalam enam kategori;

1. Mengirim oksigen dan nutrisi bagi tubuh
2. Menghilangkan karbondioksida dan produk sisa metabolisme
3. Mengirimkan hormon dan molekul lainnya
4. Mendukung pengaturan suhu tubuh dan mengontrol keseimbangan cairan tubuh
5. Mempertahankan keseimbangan asam dan basa
6. Mengatur fungsi kekebalan tubuh

*Cardiac output* adalah jumlah darah yang dipompa oleh jantung dalam liter per menit dan ditentukan oleh kuantitas darah yang dipompa setiap detakan (*stroke volume*), dan jumlah pompa jantung (*heart rate*).

$$\text{Cardiac output (Q)} = \text{stroke volume} \times \text{heart rate}$$

Keterangan:

- Satuan *stroke volume* adalah mililiter darah per detakan jantung. Ketika istirahat *cardiac output* bisa menghasilkan 5L darah per menit, ketika latihan dapat mencapai 4 kali lipat, yaitu 20 – 22 L/menit.
- Denyut nadi dihitung dalam detak (kontraksi) per menit

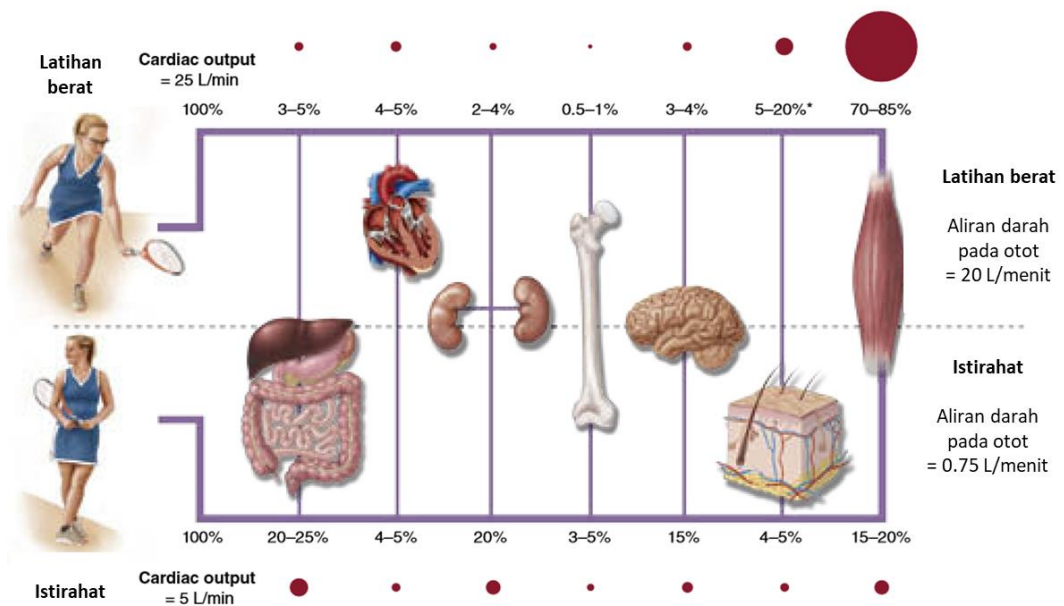
*Cardiac output* ketika istirahat bisa menghasilkan 5L darah per menit. Ketika latihan, *Stroke volume* meningkat di awal latihan dan berlanjut sampai konsumsi oksigen seseorang mencapai kira-kira 50%-60% dari asupan oksigen maksimal. Pada poin ini, *stroke volume* akan kembali stabil.

Pada usia kuliah, atlet laki-laki memiliki stroke volume rata-rata 100-115 ml darah per detakan jantung; maksimal stroke volume untuk wanita di masa usia kuliah rata-rata 25% lebih sedikit, berdasar pada rata-rata ukuran tubuh mencapai 4 kali lipat, yaitu 20 – 22 L/menit.

### **Distribusi *Cardiac Output***

*Cardiac output* seperti dibahas pada bagian sebelumnya adalah jumlah darah yang dipompa oleh jantung dalam liter per menit dan ditentukan oleh kuantitas darah yang dipompa setiap detakan (*stroke volume*) dan jumlah pompa jantung (*heart rate*).

Pada Gambar 5.1. dapat kita lihat mengenai bagaimana distribusi pengaliran darah ketika istirahat dan latihan maksimal. Pada saat istirahat, darah mengalir dengan normal ke setiap organ. Darah yang mengalir ke sistem pencernaan kurang lebih 20-25%, darah yang ada di jantung sebanyak 5%, ginjal 20%, tulang 3-5%, otak 15%, jaringan kulit 2-5%, dan otot sebanyak 15-20%. Presentase aliran darah yang mengalir pada setiap organ ternyata berubah jika sedang melakukan aktivitas fisik atau latihan. Perubahan yang terjadi ternyata amat signifikan. Dapat dideskripsikan adanya penurunan aliran darah hampir di setiap organ tubuh akibat dari latihan yang dilakukan, terutama saat latihan berat. Presentase aliran darah terbesar tertuju pada otot mencapai 70-85% darah secara keseluruhan, sementara darah yang mengalir pada organ lain jelas amat sangat berkurang secara signifikan. Presentase darah yang di bawah 5% terdapat pada sistem pencernaan, jantung, ginjal, tulang dan otot. Sementara hanya pada jaringan kulit presentasi nya berkisar antara 5-20%.

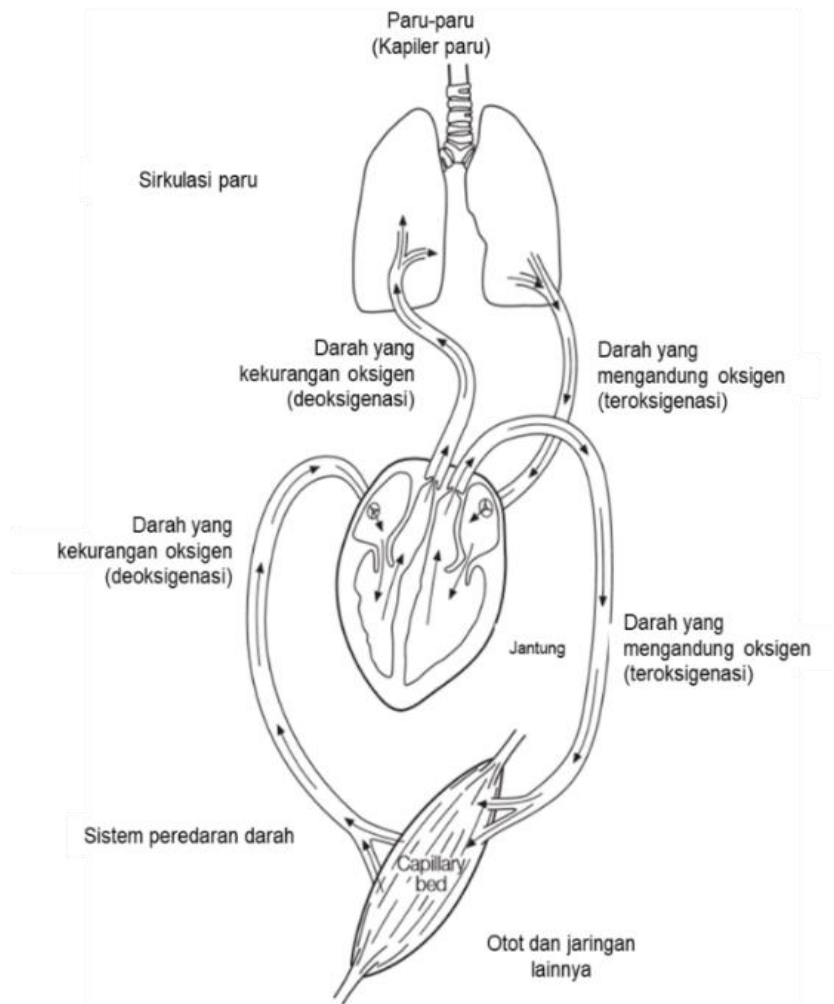


**Gambar 5.1. Distribusi Cardiac Output Saat Latihan dan Latihan Maksimal**  
 Gambar diadopsi dari buku Beachle & Earle (2008).

## Peredaran Darah

Sistem peredaran darah tentunya memegang peranan penting pada saat latihan. Peredaran darah menjadi bagian paling vital, karena darah mengandung oksigen yang membantu dalam proses pembakaran energi yang menunjang dalam aktivitas. Darah yang mengalir terbagi ke dalam dua bentuk darah; yaitu darah yang kaya akan oksigen (teroksigenasi) dan darah yang kekurangan oksigen (deoksigenasi). Atlet yang memiliki kemampuan kardiovaskular yang baik akan mengalirkan sejumlah darah teroksigenasi dalam jumlah lebih banyak dan kaya oksigen, berbeda dengan orang biasa dari segi jumlah dan kualitas. Alur peredaran darah yang bisa dilihat pada Gambar 5.1. menunjukkan kerja yang sinergis antara 3 organ penting dalam peranannya mendukung kerja selama latihan.



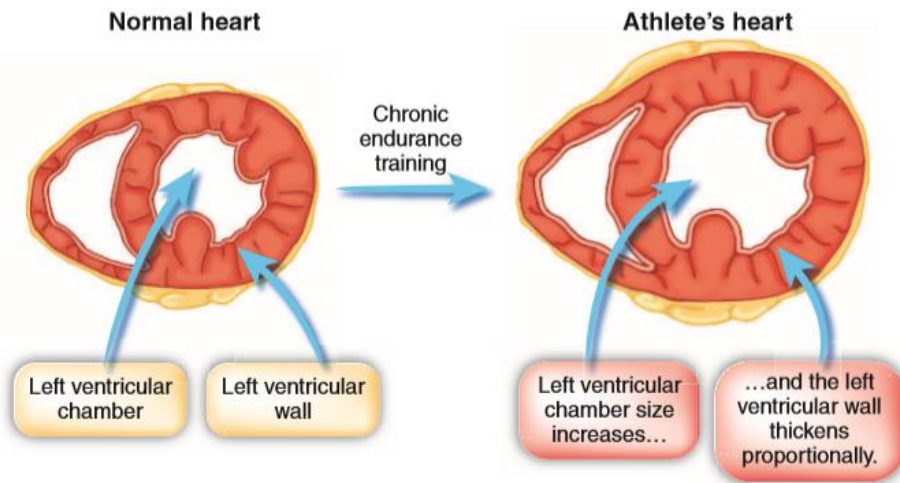


**Gambar 5.2. Sistem Sirkulasi**  
(Gambar diadopsi dari Brich, McLaren & George, 2005)

Selain peran kerja sistem kardiovaskular, dari tiga organ penting yaitu jantung, paru-paru, dan otot, serta jaringan lain, terdapat perbedaan perbandingan ukuran khususnya pada jantung. Jantung yang memiliki peran kunci dalam mengalirkan darah dari jantung ke paru-paru dan dari jantung ke seluruh tubuh, mengakibatkan perlunya kekuatan dari otot jantung agar dalam mengalirkan darah dapat menghasilkan volume darah yang besar.

Pada Gambar 5.2. terlihat bagaimana perbedaan antara jantung orang normal dengan jantung yang dimiliki oleh atlet. Perbedaan ukuran dan ketebalan yang

dimiliki bilik kiri sangat terlihat. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan volume darah yang dapat dipompa, alhasil menunjang kinerja aktivitas fisik.



**Gambar. 5.3. Perbedaan Jantung Orang Biasa dan Atlet**

Sirkulasi sentral dan peripheral terjadi melalui sirkuit tertutup dengan dua komponen (Beachle & Earle, 2008):

1. Sistem arteri – membawa darah menjauh dari jantung
2. Sistem vena – mengirimkan kembali darah ke jantung

Fungsi kapiler adalah untuk bertukar oksigen, cairan, nutrisi, elektrolit, hormon, dan zat lain antara darah dan cairan interstitial di berbagai jaringan tubuh. Dinding kapiler sangat tipis dan dapat menyerap terhadap zat-zat ini. (Guyton & Hall, 2000).

Vena mengumpulkan darah dari kapiler dan secara bertahap menyatu ke dalam pembuluh darah yang semakin besar yang mengangkut darah kembali ke jantung, karena tekanan dalam sistem vena sangat rendah, dinding vena tipis, walaupun berotot.

Peredaran darah bergantung pada normal tidaknya bagian pembuluh. Dengan kata lain pembuluh darah akan menjadi tempat untuk mengedarkan darah dengan lancar. Biasanya akan ada beberapa hambatan yang berhubungan dengan kondisi lemak, semakin banyak kandungan lemak di dalam tubuh akan berdampak pada

penimbunan lemak di sekitar pembuluh darah. Awal mula menempelnya lemak terlihat pada bagian dinding pembuluh darah, karena lemak tertimbun di dalam dindingnya. Jika material lemak berlimpah, maka penebalan dinding pembuluh darah mulai membesar. Semakin sering mengkonsumsi lemak dan kurangnya aktivitas fisik akan mengakibatkan adanya bentuk gumpalan yang menyebabkan penurunan aliran darah dan menimbulkan plak. Penyebab jantung koroner salah satunya akibat dari terjadinya proses penimbunan lemak pada pembuluh darah.

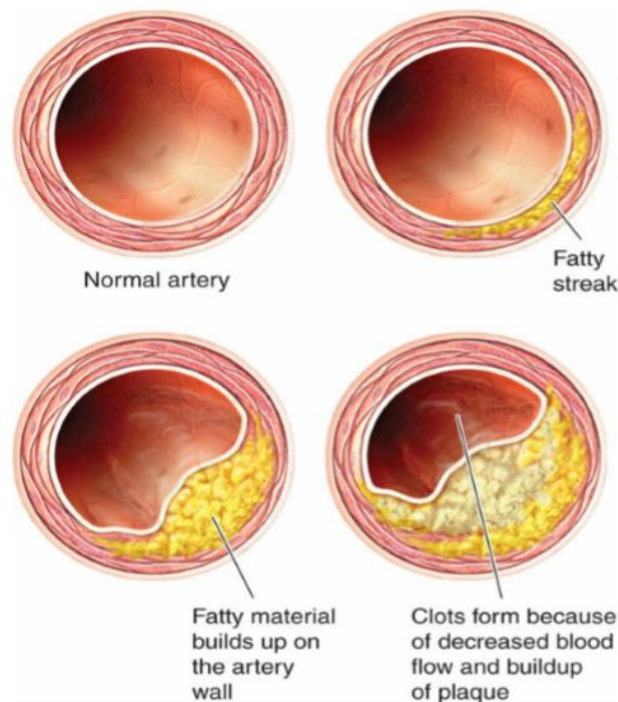


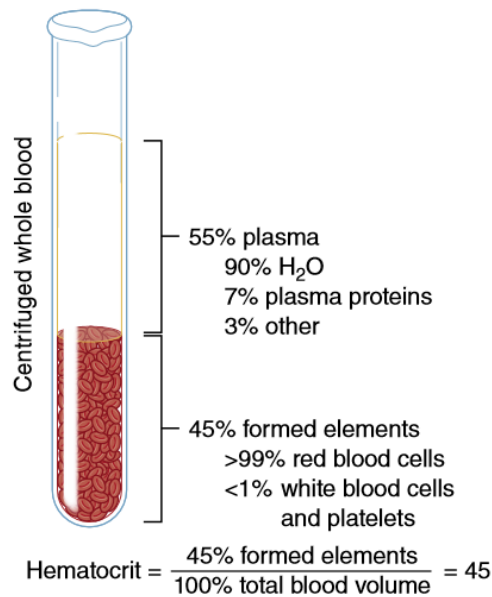
FIGURE 3.6 Inset showing how the build-up of plaque can cause a decrease in the lumen of the artery. (Asset provided)

**Gambar 5.4. Proses Penempelan Plak di Pembuluh Darah**

## Darah

Dua fungsi terpenting darah adalah transportasi oksigen dari paru-paru ke jaringan untuk digunakan dalam metabolisme seluler dan penghilangan karbon dioksida, produk sampingan metabolisme yang melimpah, dari jaringan ke paru-paru.

Pengangkutan oksigen dilakukan oleh hemoglobin, molekul zat besi yang dibawa oleh sel darah merah. Hemoglobin juga memiliki peran penting tambahan, sebagai pendelay asam-basa, pengatur konsentrasi ion hidrogen, yang sangat penting untuk laju reaksi kimia dalam sel. Sel darah merah, komponen utama darah, memiliki fungsi lain juga. Misalnya, mereka mengandung sejumlah besar karbonat anhidrase, yang mengkatalisis reaksi antara karbon dioksida dan air untuk memfasilitasi penghilangan karbon dioksida (Beachle & Earle, 2008).



**Gambar 5.5. Kadar Sel Darah Merah dalam Darah** diadopsi dari buku (Kenney, Wilmore, & Costill, 2012)

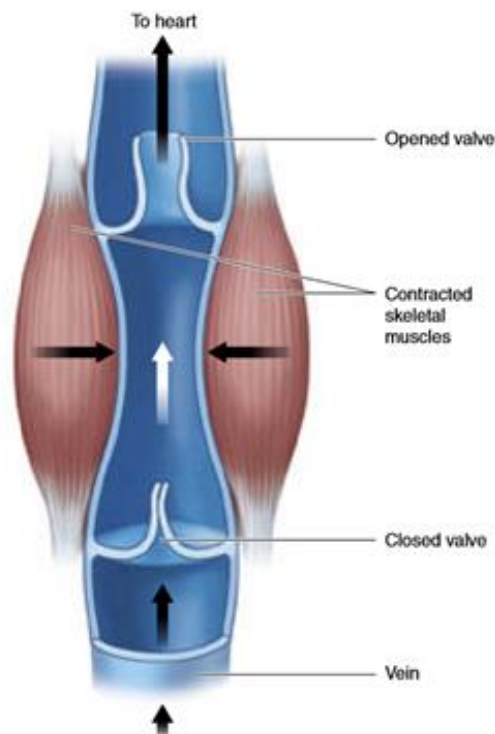
### **Apa yang Terjadi Ketika Otot Kontraksi (Kenney, Wilmore, & Costill, 2012)**

Otot berkontraksi dan relaksasi ketika melakukan gerakan. Ada pernyataan bahwa semakin besar otot yang dimiliki maka akan memberikan efek baik terhadap jantung. Hal ini, dapat diilustrasikan pada Gambar 5.5.

Otot sejatinya dikelilingi oleh pembuluh darah untuk mengalirkan darah dari jantung ke otot dalam rangka mendukung kerja otot. Pembahasan terdahulu pada gambar 5.1. terlihat bagaimana distribusi saat kondisi istirahat dan ketika latihan maksimal. Dapat terlihat ketika sedang melakukan latihan maksimal, konsentrasi darah di otot memiliki presentase paling besar sebesar 70-85% dari 25 L/menit darah.

Pada saat otot berkontraksi, otot yang besar akan membantu mendorong darah pada pembuluh di sekitar otot untuk memompa ke arah jantung dengan kekuatan yang besar. Berbanding lurus jika seseorang memiliki otot yang kecil, kemampuan yang dikeluarkan untuk memompa darah ke jantung jelas tidak akan sebesar orang yang memiliki otot besar. Semakin besar otot, kemampuan mendorong darah akibat kontraksi menjadi lebih besar, berdampak pada jantung yang terus menerima pasokan darah, akibatnya jantung diharuskan beradaptasi dengan baik. Seiring dengan rutinitas latihan yang sering dilakukan, kontraksi otot akan sering terjadi, jantung akan mengikuti, maka akan terlihat perbedaan ukuran jantung pada orang yang terlatih dan yang normal. Otot dan ukuran bilik jantung lebih besar. Sehingga kemampuan dalam memompa darah akan lebih banyak dibandingkan orang biasa.

Sementara ketika relaksasi, darah mengalir teratur menuju organ ataupun otot yang sedang bekerja, tanpa ada hambatan yang berarti, karena otot sedang dalam keadaan tidak berkontraksi, jalan darah pun lancar.



**Gambar 5.6. Pompa Otot terhadap Pembuluh Darah**

Atas dasar hal tersebut, efektivitas dan efisiensi kerja jantung ternyata merupakan hasil dari banyak komponen. Jantung atlet yang terlatih hanya akan berdetak dalam satu menit sebanyak 50 kali, tetapi setiap satu kali detakan akan menghasilkan 100 ml darah, sementara orang biasa hanya 70 ml darah ditambah dengan denyut jantung yang lebih tinggi daripada atlet. Jantung bekerja lebih banyak dan hanya memompa darah yang sedikit. Alhasil terjadi ketidakefektifan kerja jantung.

**Tabel 5.1. Perbedaan *Cardiac Output* Antara Orang yang Tidak Terlatih dan Atlet Saat Istirahat dan Latihan Maksimal**

(Gambar diadopsi dari buku Porcari, J., Bryant, C., & Comana, F., 2015)

	HEART RATE (BEATS/MIN)	STROKE VOLUME (ML/BEAT)	CARDIAC OUTPUT (L/MIN)
<b>Rest</b>			
Untrained	72	70	5.04
Trained	50	100	5.00
<b>Maximal Exercise</b>			
Untrained	200	120	24.0
Trained	190	280	34.2

## B. Perubahan Sistem Respirasi

Sistem pernapasan bertanggung jawab terhadap dua langkah transportasi oksigen dari menghirup sampai ke mitokondria otot; transportasi oksigen dari udara di atmosfer ke alveoli dan mentransfer oksigen dari alveolar ke kapiler paru-paru. Sistem pernapasan juga bertanggung jawab terhadap pengaturan level karbondioksida di tubuh dan mengatur pH. Dan yang tak kalah penting, kondisi homeostatis di arteri darah harus dipertahankan dalam energi minimum yang dimiliki oleh organisme. Sebagai tambahan, hambatan pulmonary vascular dan tekanan vascular harus tetap rendah untuk membatasi beban pada jantung sebelah kanan dan mencegah trauma dari pada antarmuka alveolar-kapiler yang halus.

Selama latihan intensitas tinggi, sistem pernapasan mungkin akan menghasilkan pembatasan pengiriman oksigen yang signifikan dan menurunkan performa dikarenakan penurunan kandungan oksigen dalam darah. Dalam sesi ini, akan dibahas mengenai kebutuhan sistem pernapasan selama latihan disertai dengan fungsi syaraf dalam mendukung sistem pernapasan selama latihan.

### **Hiperventilasi Selama Latihan Berat**

Seiring intensitas latihan melebihi 60% VO<sub>2</sub>Max pada orang yang tidak terlatih, asupan gas oksigen dan karbondioksida akan meningkat melebihi porsi yang seharusnya.

Latihan/olahraga yang dilakukan dengan level yang tinggi dapat mengakibatkan stress yang ekstrim pada tubuh. Perbandingannya sebagai berikut, seorang yang sakit demam akan mengalami peningkatan metabolisme 100% di atas normal, tetapi seorang atlet maraton metabolisme di dalam tubuhnya akan meningkat 200% di atas normal (Suleman, 2006). Ventilasi paru-paru umumnya diketahui mempunyai hubungan linear dengan konsumsi oksigen pada tingkat 12 latihan yang berbeda. Pada saat latihan yang intensif konsumsi oksigen akan meningkat. Seorang atlet yang latihan teratur mempunyai kapasitas paru yang lebih besar dibandingkan dengan individu yang tidak pernah berlatih. (Adegoke and Arogundade, 2002).

Nilai ventilasi paru pada saat istirahat, latihan sedang, dan berat (Sumber: Anonim, 2008d). Pada kondisi normal, laju respirasi selama istirahat dalam lingkungan termonetral, yaitu 12 kali/menit dan tidal volume 500 ml. Dengan demikian, volume udara pernapasan dalam satu menit (*minute ventilation*) sama dengan 6 liter. Namun, pada saat latihan yang intensif laju respirasi meningkat 35-45 kali/menit. Pada seorang atlet yang terlatih laju respirasi dapat mencapai 60-70 kali/menit selama latihan maksimal. Tidal volume juga meningkat 2 liter atau lebih, selama latihan. Pada atlet pria, ventilasi paru dapat meningkat 160 liter/menit selama latihan maksimal. (Anonim, 2008d).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa volume ventilasi paru dalam satu menit dapat mencapai 200 liter, bahkan pada atlet football profesional dapat mencapai 208 liter (Wilmore dan Haskell, 1972). Terdapat hubungan yang kecil, antara volume dan kapasitas paru dengan bermacam-macam jenis olah raga. Seperti pada pelari maraton, dibandingkan dengan yang bukan pelari dengan ukuran tubuh yang sama, tidak ada perbedaan yang nyata untuk nilai fungsi paru. Lebih besarnya volume paru dan kemampuan respirasi pada seorang atlet, dimungkinkan karena faktor genetik. Beberapa peningkatan fungsi paru merupakan refleksi kekuatan otot paru-paru terhadap latihan yang spesifik (Anonim, 2008d)

Volume paru berhubungan dengan ukuran badan, dimana seorang yang tubuhnya besar mempunyai paru yang besar (Brian, 2004). Volume paru ditentukan juga oleh luas permukaan tubuh untuk pertukaran gas. Salah satu kemungkinannya adalah volume paru dan luas permukaan yang besar dapat memberikan keuntungan untuk pertukaran gas pada saat latihan aerobik. Namun, hal tersebut tidak terlihat pada kasus tertentu, seperti pelari maraton mempunyai volume paru yang tidak berbeda dengan seorang yang bukan pelari dengan ukuran tubuh yang sama (Brian, 2004). Luas permukaan paru yang besar ditemukan pada seorang yang memerlukan pertukaran gas lebih banyak, seperti pada atlet perenang mempunyai volume paru yang besar dibandingkan dengan bukan perenang. Volume paru yang besar pada seorang perenang mungkin karena perubahan adaptif pada saat respirasi. (Brian, 2004).

### **C. Perubahan Sistem *Neuromuscular-Skeletal***

Untuk awalnya, garis besar penilaian kemampuan kerja otot adalah kekuatan maksimumnya, yaitu kemampuan maksimum otot menghasilkan gaya pada satu kontraksi otot, yang disebut juga *muscle strength* dan daya tahan otot dalam mempertahankan kontraksi atau kerja otot yang disebut *muscle endurance*. Pada



latihan otot, selain prinsip “otot yang bekerja tanpa beban, walaupun dilatih berjam-jam, kekuatannya hanya meningkat sedikit”. Prinsip latihan lainnya yang penting adalah *Progressive overload principle*. Maksudnya adalah agar otot dapat meningkatkan kekuatannya harus diberi beban kerja di atas beban kerja yang biasa dilakukan oleh otot tersebut, dan selanjutnya setelah otot tersebut menjadi lebih kuat maka beban yang diberikan harus lebih tinggi lagi untuk menghasilkan kemampuan yang lebih meningkat. Dengan menerapkan program latihan yang memperhatikan prinsip ini, maka otot senantiasa akan memperoleh rangsang yang memungkinkannya berubah, atau dengan kata lain mengalami adaptasi latihan.

Otot rangka memperlihatkan kemampuan berubah atau plastisitas yang besar dalam memberi respons terhadap berbagai bentuk pelatihan. Plastisitas ini berupa adaptasi aktivitas kontraksi yang berbeda, akibat bentuk latihan yang berbeda, yang dalam hal ini adalah latihan kekuatan (*strength*) dan daya tahan (*endurance*). Di tingkat seluler, adaptasi latihan dapat terlihat sebagai akumulasi sejumlah protein yang penyebab utamanya adalah perubahan ekspresi gen. Di tingkat organ, perbedaan ini tampak sebagai otot rangka yang berbeda karakteristiknya.

Dalam latihan otot, beban kerja diberikan dalam bentuk massa yang harus dilawan atau dipindahkan oleh gaya kontraksi otot. Dengan memperhatikan besar beban (*resistance/intensity*) dan ulangan kontraksi otot (*repetitions*), pembebanan terhadap otot dapat diatur. Secara umum, peningkatan kekuatan otot dapat dicapai dengan latihan beban besar untuk kurang dari 6 kontraksi otot (*higher resistances, high intensity, and lower repetitions*) sedangkan daya tahan otot meningkat pada latihan beban ringan untuk kontraksi otot lebih dari 20 kali (*lower resistances and higher repetitions*).

### **Latihan Kekuatan Otot – Hipertrofi Otot**

Ukuran rata-rata otot seseorang terutama ditentukan oleh hereditas ditambah kadar sekresi testotestosterone; pada pria, akan menyebabkan otot yang lebih besar daripada wanita. Akan tetapi, latihan otot dapat mengalami hipertrofi, sekitar 30-

60%. Kebanyakan hipertrofi disebabkan oleh peningkatan diameter serabut otot daripada oleh peningkatan jumlah serabut, walaupun hal ini tidak sepenuhnya benar karena beberapa serabut otot yang sangat membesar diyakini memisah di tengah, di seluruh panjang otot untuk membentuk serabut-serabut yang seluruhnya baru, sehingga sedikit meningkatkan jumlah serabutnya.

Pada suatu latihan kekuatan otot, peningkatan kekuatan otot awalnya disebabkan oleh perbaikan kontrol sistem saraf motorik, seperti penyesuaian rekrutmen motor unit, penurunan penghambatan autogen Golgi tendon organ, koaktivasi otot agonis dan antagonis serta frekuensi impuls motorik yang menuju motor unit. Perubahan struktur dapat terjadi sebagai akibat latihan kekuatan, baik di *neuromuscular junction* maupun di serat otot.

Perubahan yang terjadi di dalam serabut otot yang hipertrofi itu sendiri meliputi:

1. Peningkatan jumlah miofibril, filamen aktin, dan miosin, sarkoplasma, serta jaringan penunjang lainnya; sebanding dengan derajat hipertrofi
2. Peningkatan enzim-enzim mitokondria sampai dengan 120%
3. Peningkatan komponen sistem metabolisme fosfagen, termasuk ATP dan fosfokreatin sebanyak 60-80%
4. Peningkatan cadangan glikogen sebanyak 50%
5. Peningkatan cadangan trigliserida (lemak) sebanyak 75-100%

Akibat semua perubahan ini, kemampuan sistem metabolis aerob dan anaerob meningkat, terutama meningkatkan kecepatan oksidasi maksimum dan efisiensi sistem metabolisme oksidatif sebanyak 45%.

### **Latihan Daya Tahan**

Akibat latihan daya tahan, otot juga akan mengalami sedikit hipertrofi, tetapi adaptasi terbesar terjadi pada proses biokimiawi di dalam otot. Mitokondria otot meningkat jumlahnya, disertai peningkatan jumlah dan aktivitas enzim oksidatif yang ditunjang oleh perubahan struktur lain yang menunjang peningkatan kerja otot

seperti peningkatan mikrosirkulasi otot. Penelitian selanjutnya memperlihatkan bahwa otot yang terlatih daya tahannya (*endurance-trained*) dapat lebih efektif menggunakan trigliserida, glukosa, dan asam lemak bebas sebagai sumber energi sedemikian rupa sehingga sumber energi utama otot tersebut pada waktu exercise berubah dari karbohidrat menjadi lemak.

### **Serabut Otot Kontraksi Cepat dan Kontraksi Lambat**

Pada manusia, semua otot mempunyai persentase yang bervariasi antara serabut otot kontraksi cepat (otot putih) dan serabut otot kontraksi lambat (otot merah). Pada beberapa orang, jumlah otot merahnya lebih banyak daripada otot putihnya, sedangkan beberapa lainnya mengalami yang sebaliknya yang mana keadaan ini dapat menentukan seberapa jauh kemampuan atletik dari individu yang berbeda. Latihan atletik tidak dapat mengubah proporsi relatif dari serat otot merah dan otot putih. Sebaliknya, keadaan ini dipengaruhi oleh warisan genetik yang bisa membantu jenis olahraga apa yang sesuai.

Seorang sprinter memiliki proporsi otot putih yang lebih besar. Sistem energi yang digunakan pada sprinter adalah hampir seluruhnya sistem fosfagen yang menggunakan ATP sebagai energi utama (setiap ATP melepaskan 1 gugus fosfatnya, energi yang dilepaskan sebesar 7300 kalori). ATP hanya bisa mempertahankan daya otot selama 3 detik, atau pada lari sekitar 50 m.

**Tabel 5.2. Karakteristik Utama dari Tipe Serat Otot** (Beachle & Earle, 2008)

<b>Karakteristik</b>	<b>Tipe 1</b>	<b>Tipe IIa</b>	<b>Tipe IIx</b>
Ukuran syaraf motorik	Rendah	Besar	Besar
Kecepatan kerja syaraf	Lambat	Cepat	Cepat
Kecepatan kontraksi	Lambat	Cepat	Cepat
Kecepatan relaksasi	Lambat	Cepat	Cepat
Hambatan terhadap kelelahan	Tinggi	Sedang	Rendah

Produksi kekuatan	Rendah	Sedang	Tinggi
Daya Ledak	Rendah	Sedang	Tinggi
Daya Tahan	Tinggi	Sedang	Rendah
Kepadatan kapiler	Tinggi	Sedang	Rendah
Ukuran mitokondria	Tinggi	Sedang	Rendah
Warna	Merah	Putih/Merah	Putih

#### **D. Perubahan *Neuroendocrine-Immune***

Fungsi endokrin secara spesifik memberikan variasi efek terhadap latihan. Ketika Latihan, fungsi endokrin dapat langsung meningkatkan performa olahraga dalam sprint atau latihan intensif anaerobik (seperti nomor 400 atau 1.500 m), mengembangkan kesempatan pengeluaran adrenaline secara cepat, dan intensif sesuai harapan.

Pada nomor daya tahan, efek latihan terhadap stabilitas fungsi sistem kerja hormone adrenal dan pituitary-adrenokortinal sudah terlihat. Hubungan yang jelas ditemukan antara kualitas dan kapasitas daya tahan, diperlihatkan dengan mempertahankan stabilitas level ekskresi hormone yang tinggi melalui urine.

Spesialisasi pada latihan beban memberikan efek latihan melalui fungsi endokrin dimana dapat mempengaruhi kemungkinan produksi testostosterone, bertujuan menstimulasi hipertropi otot. Studi selama dua tahun memperlihatkan bahwa pada atlet yang dominan latihan kekuatan secara intensif dalam jangka waktu lama mengakibatkan peningkatan level serum testostosterone. Hubungan perubahan kekuatan maksimal dengan perubahan pada testostosterone/kortisol mengindikasikan adanya peningkatan serum testostosterone yang membuat peningkatan kekuatan lebih optimal.

Level testostosterone lebih rendah pada wanita dibandingkan dengan pria. Khususnya pada wanita, perubahan yang terjadi relatif sama. Selama latihan

kekuatan, terjadi peningkatan testotestosterone dalam darah, pada pria mencapai 21,6% dan pada wanita 16,7%. Konsentrasi androstenedione meningkat signifikan pada wanita dan laki-laki tanpa ada perbedaan respons yang signifikan. Respons testotestosterone terhadap program latihan beban yang berat hanya ditemukan pada laki-laki. Level awal sama dengan setelah melakukan Latihan, terjadi peningkatan konsentrasi somatotropin yang lebih besar pada wanita. Konsentrasi somatotropin pada darah meningkat pada grup gender ketika melakukan repetisi yang lebih banyak dan masa istirahat antar repetisi yang lebih pendek.

Respons testotestosterone terhadap latihan beban muncul menandakan bahwa waktu latihan dan pengalaman menjadi faktor penting dalam mengubah waktu istirahat dan konsentrasi hormon akibat latihan. Peran hormon pada otot akan berubah, ketika ukuran sel otot membesar telah tercapai. Pada pria, peningkatan yang terjadi seketika pada testotestosterone terjadi ketika stimulus latihan seimbang. Testotestosterone memiliki peran pada sistem syaraf pada latihan jangka panjang. Peningkatan testotestosterone akan membantu adaptasi neural yang terjadi untuk menambah kekuatan pada atlet yang terlatih. Peningkatan dan penurunan androgen (reseptor testotestosterone) terjadi baik saat latihan beban ataupun latihan yang meningkatkan kandungan reseptor androgen pada otot.

Selain testotestosterone, terdapat Hormon pertumbuhan (*Growth Hormone*), pengukuran GH, memerlukan waktu 2-24 jam untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat latihan beban. Respons GH terhadap latihan beban memberikan perubahan, meskipun tidak signifikan. Mekanisme perubahan sensitivitas reseptor dan latihan maksimal akan membantu GH beradaptasi dengan latihan beban. Masih sedikit literatur yang membahas tentang bagaimana GH dapat berubah melalui jangka waktu yang lama akibat dari latihan.

Ada lagi tentang *Insulin-Like Growth Factors* atau biasa disingkat IGF-I, perubahan pada IGF-I terjadi pada saat sebelum latihan (seperti konsentrasi basalnya rendah, IGF-I meningkat). Sama seperti GH, adaptasi latihan pada IGF-I mungkin terjadi dalam mekanisme yang bervariasi dihubungkan dengan interaksi reseptor,

transportasi, dan pelepasan. IGF-I diproduksi di otot sebagai respons terhadap beban lebih dan peregangan otot. IGF-I diproduksi pada otot dinamakan dengan *mechano growth factor* (MGF) dan menggunakan fungsi autokrin. Maka dianjurkan bahwa kerja autokrin pada MGF merupakan kerja utama dari IGF-I dalam otot.

Protokol latihan beban yang menggunakan volume tinggi, kelompok otot besar, dan periode istirahat pendek menghasilkan peningkatan nilai serum kortisol. Meskipun kadar kortisol kronis yang tinggi mungkin memiliki efek katabolik yang merugikan, peningkatan akut dapat berkontribusi pada pembentukan kembali jaringan otot.

Hormon lain yaitu katekolamin pada saat latihan beban berat telah terbukti meningkatkan kemampuan seorang atlet untuk mengeluarkan lebih banyak epinefrin selama latihan maksimal. Juga telah disarankan bahwa latihan mengurangi respons epinefrin saat latihan *bench press*. Karena epinefrin terlibat dalam kontrol metabolis, produksi kekuatan dan mekanisme respons hormon lain (seperti testosteron, GH, dan IGF), stimulasi katekolamin mungkin merupakan salah satu mekanisme endokrin yang terjadi sebagai respons terhadap latihan beban. Protokol latihan harus bervariasi untuk memungkinkan kelenjar adrenal terlibat dalam proses pemulihan dan untuk mencegah respons sekunder kortisol, yang dapat berdampak negatif pada sistem kekebalan dan struktur protein.

Saat mempelajari sistem endokrin dan interaksinya dengan sistem saraf, sistem kekebalan, dan sistem muskuloskeletal, ditemukan bahwa fungsi dari sistem ini benar-benar terintegrasi. Komunikasi antarsistem dilakukan dengan hormon dan peptida lainnya. Selama bertahun-tahun, para profesional dan atlet angkat beban telah menghargai pentingnya hormon anabolik untuk menjembatani perubahan dalam tubuh dan membantu respons adaptif terhadap latihan beban yang berat. Baik tujuan mengoptimalkan latihan atau menghindari overtraining, tenaga profesional harus ingat bahwa sistem endokrin berperan. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal tentang sistem yang kompleks, tetapi sangat terorganisasi yang memediasi perubahan dalam tubuh melalui latihan.

## **E. Perubahan Saat Latihan Submaksimal**

Banyak olahraga yang melibatkan aktivitas submaksimal yang terus menerus, membutuhkan usaha yang besar untuk melakukannya. Secara singkat, kualitas daya tahan spesifik merupakan suatu kebutuhan untuk melakukan seluruh jumlah volume yang dibutuhkan dalam latihan.

*Submaximal training* atau latihan submaksimal memiliki intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan saat kompetisi dan durasi/jarak melebihi dari kompetisi.

Selama latihan durasi lama, submaksimal, dan stabil, ada pergantian kerja secara bertahap dari karbohidrat kembali ke lemak dan protein sebagai asupan energi.

Selama aktivitas submaksimal, frekuensi bernapas sering berkurang ketika volume tidal meningkat. Maka muncullah adaptasi ventilasi yang dihasilkan oleh lokal, neural, atau adaptasi kimiawi dalam otot-otot spesifik yang dilatih melalui latihan. Sebagai tambahan, peningkatan efisiensi ventilasi, dikarakteristikan oleh adanya penurunan ventilasi untuk oksigen, telah diobservasi dari individu yang terlatih dan tidak.

Latihan daya tahan aerobik menghasilkan beberapa perubahan dalam fungsi kardiovaskular, termasuk peningkatan maksimal cardiac output, peningkatan stroke volume, dan penurunan denyut jantung saat istirahat dan selama latihan submaksimal. Kemudian, kapilerisasi meningkat sebagai hasil dari latihan daya tahan aerobik.

Otot akan berkontraksi submaksimal ketika melakukan volume yang banyak dengan jeda waktu istirahat yang sebentar. Sehingga intensitas rendah tapi volume tinggi. Akan terjadi peningkatan potensi aerobik pada otot tipe I dan tipe II. Namun, tipe I lebih baik responsnya terhadap kapasitas aerobik. Latihan isometrik submaksimal membuat atlet dapat mempertahankan fungsi neuromuscular dan meningkatkan kekuatan terhadap gerakan yang dilakukan dengan intensitas rendah yang akan membentuk kolagen yang baru. Sayangnya penguatan isometrik lebih

spesifik pada poros sendi. Sehingga mengindikasikan atlet dapat melakukan latihan isometrik dengan berbagai sudut.

Perubahan metabolisme yang terjadi pada saat melakukan latihan submaksimal adalah adanya peningkatan kapasitas paru, penurunan konsentrasi laktat darah, peningkatan mitokondria dan kepadatan kapiler, serta peningkatan aktivitas enzim.

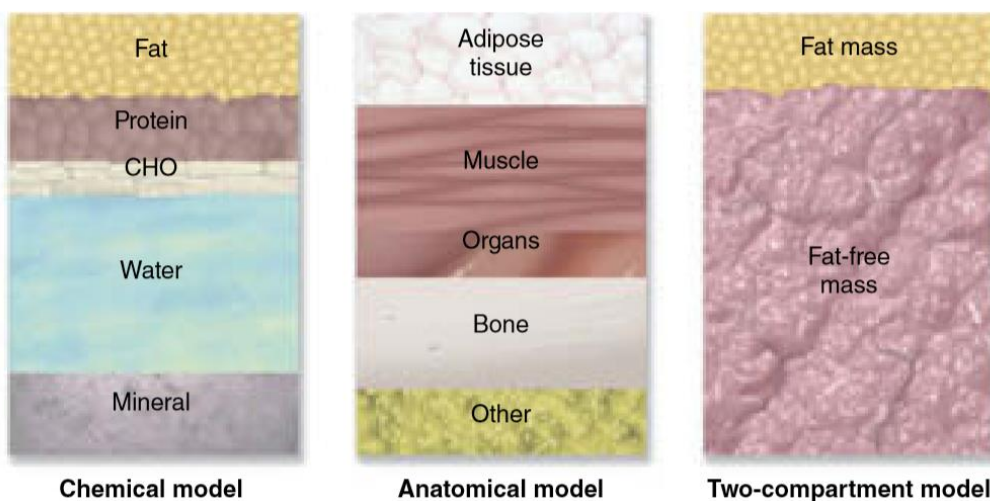


## BAB VI

# FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA LATIHAN

### A. Perubahan pada Komposisi Tubuh

Komposisi tubuh dapat diartikan sebagai aspek penting dalam kebugaran yang memperhitungkan lemak (jaringan adipose) berlebih yang bertindak sebagai bobot tubuh yang mati ketika beraktivitas, sementara massa tubuh harus diangkat berulang kali melawan gravitasi, misalkan ketika berolahraga harus berlari dan melompat. Model yang biasa digunakan untuk mengetahui komposisi tubuh dibagi menjadi dua; yaitu lemak di dalam tubuh (*fat mass*) dan massa tubuh tanpa lemak (*fat-free mass*) (Reilly & Williams, 2003).



**Gambar 6.1. Komponen Komposisi Tubuh dengan Tiga Model; Model Kimiawi, Anatomi, dan Perbandingan Dua Model**

Diadaptasi dari J.H. Wilmore, 1992, berat badan dan komposisi tubuh. Pada buku *eating, body weight and performance in athletes: Disorders of modern society*, edited by K. D. Brownell, J. Rodin, and J.H. Wilmore (Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins), 77-93

Suatu ketika terlibat dalam program latihan dan pola makan, anda harus secara rutin melakukan pengukuran kurang lebih sekali dalam sebulan untuk mengontrol perubahan yang terjadi pada jaringan lemak dan presentase tubuh tanpa lemak. Hal ini menjadi penting karena komposisi tubuh tanpa lemak dipengaruhi oleh program penurunan berat badan, sama halnya dengan aktivitas fisik.

Keseimbangan kalori yang negatif akan membawa pada penurunan massa tubuh tanpa lemak. Perubahan komposisi tubuh dihasilkan dari kontrol berat badan atau program latihan. Dapat diilustrasikan dalam program latihan 6 minggu, partisipasi senam aerobik, satu jam setiap sesi. Pada hari pertama dan hari terakhir kelas, parameter fisiologi, termasuk komposisi tubuh dihitung. Pada akhir latihan selama 6 minggu, rata-rata kehilangan berat badan untuk seluruh partisipan mencapai 1,5 kg. Namun, partisipan terkejut dengan hasil penurunan rata-rata lemak yang mencapai 3 kg, disertai dengan 1,5 kg peningkatan massa tubuh tanpa lemak.

Hasil penelitian ini menunjukkan salah satu dari banyak cara bagaimana latihan dapat mempengaruhi presentase komposisi tubuh.

### **Rerata Lemak berdasarkan Cabang Olahraga**

Kondisi lemak tubuh yang dimiliki pada seorang atlet jelas sangat berpengaruh terhadap performa atlet di lapangan. Oleh karena itu, perhatian tentang presentase lemak mau tidak mau harus menjadi satu hal yang vital. Peningkatan lemak dengan skala presentase kecil pun akan dapat berpengaruh signifikan pada cabang olahraga tertentu. Atlet dan pelatih harus mengerti akan ilmu ini. Pemahaman komposisi tubuh harus dimiliki untuk memperbaiki kinerja seorang atlet. Berbagai literatur menyebutkan bahwa saat masa transisi pun terjadi peningkatan sebanyak 20% jika tidak melakukan latihan sesuai program. Dari peningkatan tersebut, hanya akan turun maksimal 10%. Maka, mempertahankan komposisi tubuh menjadi penting bagi semua atlet khususnya, umumnya untuk semua orang.

**Tabel 6.1. Rentang Nilai Lemak Tubuh Relatif pada Atlet Pria dan Wanita di Berbagai Cabang Olahraga**

(Gambar diadopsi dari buku Porcari, 2015)

Cabang Olahraga	% LEMAK		Cabang Olahraga	%LEMAK	
	Pria	Wanita		Pria	Wanita
Baseball / softball	8-14	12-18	Rugby	6-16	-
Basket	6-12	10-18	Skating	5-12	8-16
Body builder	5-8	6-12	Ski	7-15	10-18
Kano / Kayak	6-12	10-16	Sepakbola	6-14	10-18
Sepeda	5-11	8-15	Renang	6-12	10-18
Anggar	8-12	10-16	Tenis	6-14	10-20
Golf	10-16	12-20	Atletik (no. lari)	5-12	8-15
Senam	5-12	8-16	Atletik (no. lap)	8-18	12-20
Balap kuda	6-12	10-16	Triathlon	5-12	6-15
Hockey	8-16	12-18	Voli	7-15	10-18
Pentathlon	-	8-15	Angkat beban	5-12	10-18
Rowing	6-14	8-16	Beladiri	5-16	-

## B. Kolesterol Darah

Kolesterol adalah suatu zat yang dihasilkan oleh metabolisme lemak dan diperlukan oleh tubuh untuk membangun jaringan dan sel, membentuk berbagai hormon, dan berperan dalam sistem pencernaan. Di dalam darah, kolesterol tidak bisa larut sehingga bergabung dengan protein dan membentuk lipoprotein. Selain itu, terdapat dua jenis kolesterol tubuh yang mempunyai kegunaan tersendiri, yaitu:

Kolesterol baik atau *high density lipoprotein* (HDL) yang berfungsi untuk membawa dan membersihkan kolesterol-kolesterol dari berbagai organ, termasuk pembuluh darah, kembali ke hati.

Kolesterol jahat atau *low-density lipoproteins* (LDL) yang berfungsi membawa kolesterol dari hati ke berbagai organ. LDL menjadi jahat jika jumlahnya terlalu tinggi di dalam tubuh, sehingga mengakibatkan lemak menjadi mengendap di dalam pembuluh darah.

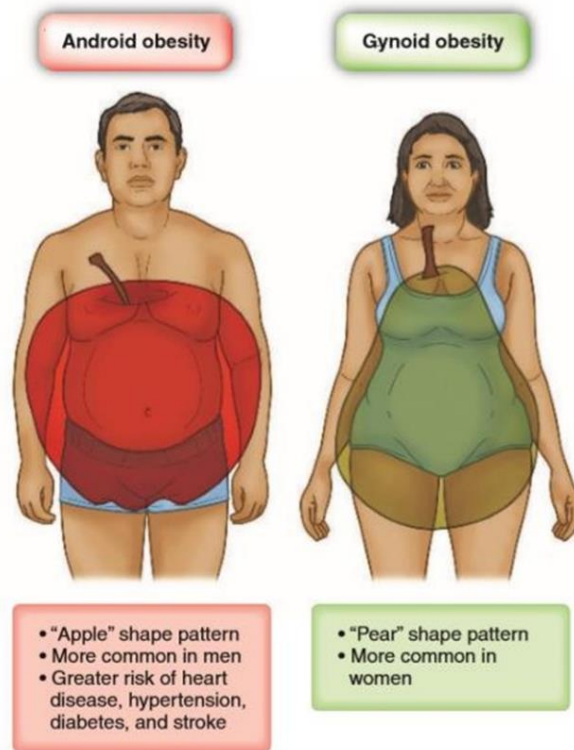
Kelebihan berat badan dan obesitas diartikan sebagai abnormal atau akumulasi lemak yang begitu besar yang memberikan risiko pada kesehatan. Kebanyakan perhitungan obesitas menggunakan BMI (WHO, 2018). Obesitas dapat memicu penyakit lain seperti diabetes, penyakit kardiovaskular, kanker, dan sebagainya.

Penelitian merekomendasikan bahwa aktivitas fisik pada masa kanak-kanak adalah penentu dari aktivitas fisik ketika dewasa nanti (Dennison BA et al, 1988; Powell KE et al, 1978).

Konsumsi tambahan gula pada *infants* (0 – 11 bulan) dan *toddlers* (12 – 23 bulan) menghasilkan data peningkatan pada *toddlers* dalam studi yang dilakukan dari 2005 sampai 2016, sementara pada *infants* terjadi penurunan (Herrick, et al., 2019)

Konsumsi gula harus sangat diperhatikan karena dapat menjadi penyebab terjadinya obesitas. Perubahan pola asupan dengan meningkatnya konsumsi gula tambahan pada *toddlers* mengindikasikan adanya potensi tingginya konsumsi gula dengan penambahan badan akibat kebiasaan yang sudah ditanamkan sejak dini.

Dapat kita lihat pada Gambar 6.2., gambar dua bentuk tubuh yang mengalami obesitas, di pria dan wanita. Ada yang berbentuk apel terutama pada laki-laki sementara wanita kebanyakan berbentuk seperti buah pir. Penumpukan lemak yang ada di wilayah abdominal memberikan kesan berat tubuh bagian atas.



**Gambar 6.2. Bentuk Tubuh Orang yang Mengalami Obesitas**

### C. Tingkat Triglicerida

Triglicerida adalah salah satu jenis lemak yang banyak ditemukan di dalam darah. Triglicerida dihasilkan oleh organ hati, selain itu, sebagian besar berasal dari makanan, seperti daging, keju, susu, nasi, minyak goreng, dan mentega.

Lemak dari makanan yang dikonsumsi akan dipecah dan diubah menjadi energi. Setiap lemak yang tidak digunakan tubuh, akan diubah menjadi triglicerida dan disimpan di sel lemak. Ketika dibutuhkan, triglicerida akan dilepaskan untuk digunakan sebagai energi.

Ketika asupan triglicerida dari makanan melebihi jumlah yang dibutuhkan tubuh, akan terjadi peningkatan kadar triglicerida dalam darah. Triglicerida yang tinggi diduga dapat memicu penebalan pada dinding pembuluh darah, sehingga

berisiko terjadi stroke dan serangan jantung. Walaupun kolesterol dan trigliserida sama-sama dibentuk dari lemak, tetapi ada perbedaan dari keduanya. Kolesterol hanya terbentuk dari lemak jenuh yang didapatkan dari makanan yang Anda makan. Semakin banyak sumber lemak jenuh yang dikonsumsi, semakin banyak kolesterol yang diproduksi tubuh. Tidak hanya dihasilkan dari makanan berlemak yang Anda konsumsi, kolesterol juga diproduksi secara alami di hati. Sehingga, untuk mengontrol jumlahnya, Anda harus membatasi mengonsumsi makanan berlemak.

Lain lagi dengan trigliserida atau triasilgliserol. Triasilgliserol adalah cadangan energi tubuh yang bisa dihasilkan dari makanan berlemak maupun makanan sumber karbohidrat. Sehingga, triasilgliserol bisa terbentuk dari berbagai makanan yang Anda makan yang memiliki kalori. Ketika bahan bakar untuk membentuk energi di dalam tubuh sudah terpenuhi, maka sisa-sisa glukosa dan protein yang masih ada di dalam darah akan diubah menjadi trigliserida kemudian disimpan menjadi cadangan energi.

**Tabel 6.2. Kategori Kadar Trigliserida**

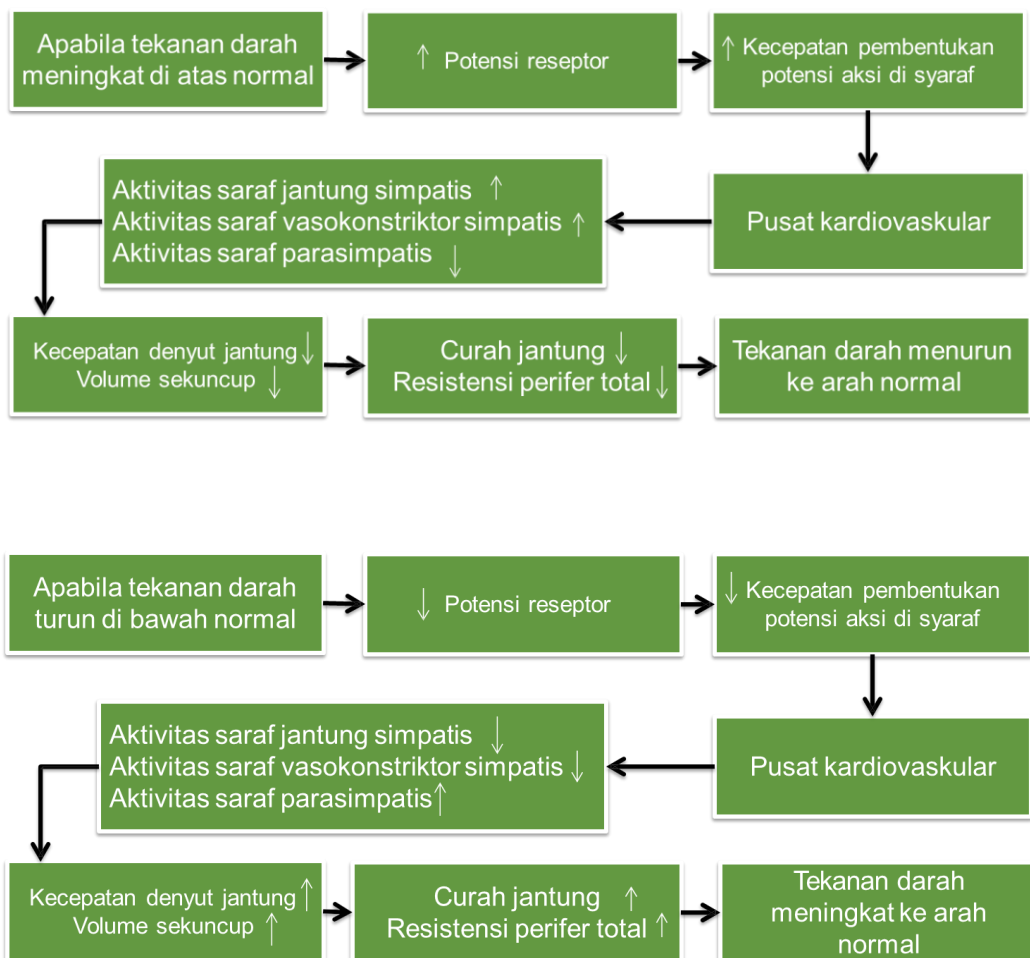
Status	Kadar trigliserida
Normal	Kurang dari 150 mg/dL
Batas tinggi	150-199 mg/dL
Tinggi	200-499 mg/dL
Sangat tinggi	Lebih dari 500 mg/dL

Kadar trigliserida tinggi dan sangat tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung. Sedangkan kadar trigliserida yang mendekati angka 1000 mg/dL berisiko menyebabkan peradangan pankreas.

## D. Tekanan Darah

Tekanan darah akan mengalami penurunan yang bermakna ketika sering melakukan olahraga, khususnya bagi orang yang obesitas dan hipertensi, baik pada sistolik dan diastolik. Selain itu, bentuk latihan juga berpengaruh terhadap terjadinya penurunan tekanan darah. Misalkan saja, bentuk latihan ergocycle dapat menurunkan tekanan darah. (Harun, 2014).

Berikut adalah skema yang terjadi jika tekanan darah meningkat di atas normal dan menurun di bawah normal:



## E. Psikologis

Orang yang terbiasa melakukan olahraga akan mengalami efek terhadap segi psikologis diantaranya seperti:

### 1. MOTIVASI

Berfungsi untuk mengoptimalkan performa, ketika mengalami fase *up-and-down*, menang atau kalah, motivasi dari dalam diri akan membantu lebih cepat dalam memulihkan kejadian lampau.

### 2. KONSENTRASI

Atlet harus memiliki kemampuan konsentrasi yang intens, semua aksi dari yang simpel sampai kompleks membutuhkan konsentrasi. Lemah dalam mengeksekusi, mengakibatkan kekalahan dan cedera.

### 3. KONTROL EMOSI

Latihan mental membantu menjaga emosi dan menjawab keraguan. Ketika atlet lemah dalam mengontrol emosi, emosi dapat mempengaruhi konsentrasi.

### 4. PERCAYA DIRI

Kemampuan menyelesaikan tugas untuk meraih kemenangan.

*“You can motivate by fear, and you can motivate by reward. But both those methods are only temporary. The only lasting thing is self motivation.”*

*-Homer Rice-*

Namun, ada beberapa diantara anda yang pasti mengalami kecanduan berlebih terhadap olahraga. Pasti banyak sekali yang merasakan ini. Berikut dampak psikologis yang timbul jika seseorang yang kecanduan olahraga.

### 1. Bukan seorang profesional, tapi mengorbankan banyak hal

“Sangat tidak sehat ketika Anda menghabiskan banyak waktu setiap hari, mengorbankan keluarga, atau kumpul-kumpul sosial untuk menghabiskan waktu ekstra dalam gym dan olahraga,” kata Petruzzelli.



Hidup Anda membutuhkan keseimbangan, Petruzzelli tidak membahas soal sehat atau tidak menyehatkan secara fisik, tetapi ini lebih kepada sisi psikologis. Kepatuhan kaku pada rutinitas latihan yang ketat dan berulang tanpa fleksibilitas keseharian pada umumnya, itulah tanda bahaya utama. Ketika semua waktu Anda, interaksi sosial, dan uang adalah untuk olahraga, sementara Anda bukan seorang profesional, dan tidak memiliki hobi atau minat lain, saya akan merekomendasikan Anda untuk mendapatkan evaluasi dari seorang profesional kesehatan mental.

## 2. Habiskan banyak dana

Petruzzelli kerap menemukan orang yang kecanduan terhadap triathlon. Olahraga ini tentu sangat mahal. Anda bisa menghabiskan ribuan dolar untuk pakaian selam, sepeda berkualitas, dan perlengkapan yang menyertainya. Anda juga bisa menghabiskan waktu berjam-jam setiap hari untuk berlatih, karena ini adalah kegiatan yang panjang. Anda harus realistis menyikapi ini. Coba lihat aspek lain dari kehidupan Anda, Anda mungkin mengambil terlalu banyak hal untuk fokus pada sebuah olahraga (triathlon).

## 3. Merasa bersalah jika melewatkan latihan

Orang mengalami rasa bersalah ekstrem ketika tidak dapat berlatih. Mereka juga cenderung “menebus” sesi yang terlewat dengan latihan berlebihan dan membebani tubuhnya. Jika Anda menyalahkan diri sendiri atau sengaja menghindari acara sosial yang mungkin berbenturan dengan latihan Anda, saatnya untuk mengevaluasi kembali.

## 4. Hanya membuat diri terluka

Terlalu banyak latihan lantaran kecanduan olahraga akan membuat tubuh Anda sangat tegang, atau bahkan cedera serius. Jangan samakan dengan atlet, karena mereka mendapat *treatment* secara terus menerus. Jawablah pertanyaan berikut dengan jujur; Apakah Anda mengorbankan waktu yang diperlukan untuk pemulihan tubuh demi menambah waktu pelatihan Anda? Jika setiap set latihan olahraga di

*outdoor* ataupun *gym* kerap membahayakan, maka mundurlah sebelum Anda mendapat cedera parah.

### **Teknik Peningkatan performa**

Teknik yang digunakan atlet untuk meningkatkan performa; seperti kontrol perhatian, *self-instructions*, relaksasi, dan *mental representation*. **Kontrol Perhatian** mengandung pengertian bahwa fokus pada apa yang terjadi di diri sendiri (*internal attention*) dan di luar diri (*external attention*). *Self-instructions* diartikan sebagai pesan kita terhadap diri sendiri untuk membantu konsentrasi atau memotivasi, menggunakan pesan yang logis, positif, dan realistis. **Relaksasi** dapat membantu menurunkan tekanan fisik atau mental setelah aktivitas fisik, menurunkan stres dan kecemasan, serta mengubah menjadi kedamaian. *Mental representation* membantu memproduksi kembali kesiapan mental.

### **F. Sosial**

Terdapat 6 faktor yang mempengaruhi aspek sosial jika dihubungkan dengan latihan, yaitu faktor keluarga, personal, sifat, komunikasi, organisasi dan ekonomi. Berikut adalah penjabaran dari setiap aspek dan komponen yang terlibat di dalamnya.

- a) Faktor keluarga: angka pernikahan, peran orang tua, status pekerjaan, dan riwayat keluarga
- b) Faktor personal: kebutuhan dan kesempatan untuk berkembang
- c) Faktor sifat: agama, moral, inovasi, motivasi
- d) Faktor komunikasi: rendahnya literasi, komunikasi di keluarga dan sesama
- e) Faktor organisasi: populasi dan rendahnya angka *personal trainer*
- f) Faktor ekonomi: fasilitas dan keuangan

## **BAB VII**

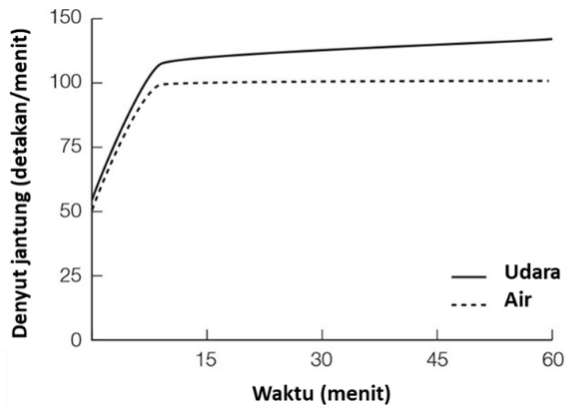
### **AKLIMATISASI TUBUH**

Setiap orang memiliki perbedaan temperatur tubuh dari hari ke hari, jam ke jam. Perubahan ini biasanya tidak lebih dari 1.0 °C. Temperatur tubuh berada pada 36.1 to 37.8 °C (97.0-100.0 °F). Panas yang diproduksi dalam tubuh akan bergerak dari dalam tubuh ke arah kulit, untuk dilepaskan keluar tubuh.

#### **A. Aklimatisasi pada Dataran Rendah**

Dataran Rendah merupakan salah satu jenis daratan pada permukaan bumi yang berupa hamparan luas tanah dengan ketinggian kurang dari 200 m di atas permukaan laut. Suhu udara pada dataran rendah biasanya berkisar antara 23 derajat celcius sampai dengan 28 derajat celcius. Suhu pada daerah dataran rendah tidak terlalu dingin seperti pada dataran tinggi, tetapi juga tidak terlalu panas.

Konsumsi oksigen di dataran rendah, jelas berbeda dengan yang berada di daerah ketinggian. Orang yang berlatih di wilayah yang tidak jauh dari permukaan laut menunjukkan adanya konsumsi oksigen yang lebih sedikit dibandingkan dengan orang yang berada di ketinggian. Oksigen beredar lebih bebas di dataran rendah dibandingkan dengan di daerah ketinggian. Kemudahan akses oksigen di dataran rendah, membuat tidak perlu adanya usaha keras untuk menghirup oksigen sebagai elemen pembakaran untuk menghasilkan energi.



**Gambar 7.1. Respons Denyut Jantung terhadap Latihan di Udara dan dengan Pemberian *Water Immersion* di Leher**  
(Birch, McLaren & George, 2005)

## B. Aklimatisasi pada Dataran Tinggi

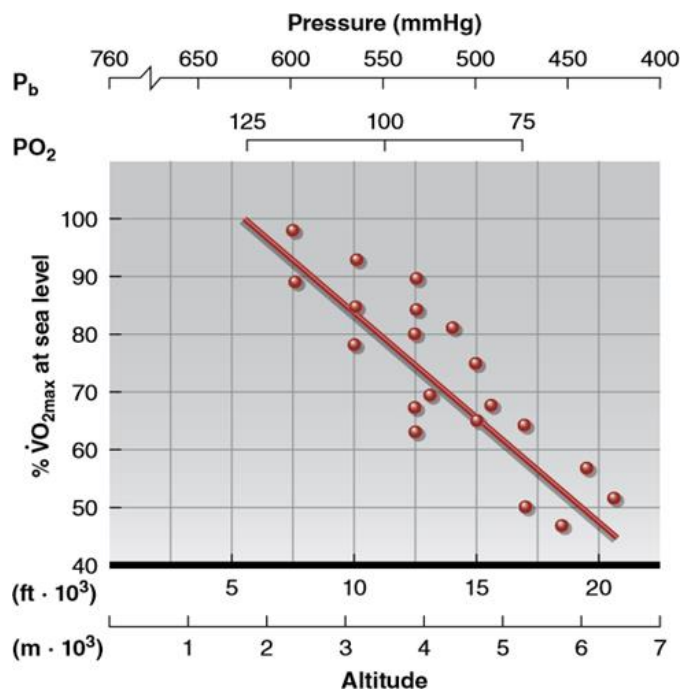
Ketinggian dapat merusak performa dalam tes daya tahan aerobik, meskipun bukan kekuatan dan power. Norma tes daya tahan aerobik harus diatur ketika melakukan tes di atas 580 m dan di atas 2740 m. Asupan oksigen menurun rata-rata 5% untuk setiap penambahan ketinggian per 910 m. Apalagi dengan ketinggian yang paling atas, asupan oksigen maksimal akan menurun tajam. Atlet yang datang dari dataran rendah dan akan hidup di dataran tinggi dalam waktu yang agak lama, setidaknya membutuhkan 10 hari untuk aklimatisasi sebelum melakukan tes daya tahan aerobik (Beachle & Earle, 2008).

Sementara untuk mengetahui gambaran ketinggian gunung yang ada di Indonesia adalah 1) Puncak Jaya, Papua (4.884 mdpl); 2) Gunung Puncak Mandala, Papua (4.760 mdpl); 3) Gunung Puncak Trikora, Papua (4.750 mdpl); 4) Gunung Ngga Pilimsit, Papua (4.717 mdpl); 5) Gunung Yamin (4.595 mdpl); 6) Gunung Kerinci (3.805 mdpl); 7) Gunung Rinjani (3.726 mdpl); 8) Gunung Semeru (3.676 mdpl); dan 9) Gunung Sanggar (3.564 mdpl).

Pada tahun 2007, FIFA mengeluarkan peraturan terhadap kompetisi pertandingan sepakbola berdasarkan pada ketinggian untuk pemain dan ofisial. Pedomannya adalah sebagai berikut:

1. Di atas 2500 m, periode aklimatisasi selama tiga hari sangat direkomendasikan
2. Di atas 2750 m, kewajiban melakukan aklimatisasi dalam periode 1 minggu
3. Di atas 3000 m, pertandingan tidak diizinkan. Jika pertandingan diizinkan, ada waktu minimum aklimatisasi selama 2 minggu.

Asupan oksigen maksimal menurun seiring dengan peningkatan ketinggian.



**Gambar 7.2. Hubungan Antara Tekanan, VO2Max dan Ketinggian**

Aklimatisasi merupakan suatu upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukinya. Hal ini berdasarkan pada kemampuan organisme untuk dapat mengatur morfologi, perilaku,

dan jalur metabolisme biokimia di dalam tubuhnya, untuk menyesuaikan dengan lingkungan. Beberapa kondisi yang pada umumnya disesuaikan adalah suhu lingkungan, derajat keasaman (pH), dan kadar oksigen. Proses penyesuaian ini berlangsung dalam waktu yang cukup bervariasi, tergantung dari jauhnya perbedaan kondisi antara lingkungan baru yang akan dihadapi, dapat berlangsung selama beberapa hari hingga beberapa minggu.

Makin lama kita berdiam di suatu wilayah ketinggian maka makin terbiasa kita hidup di wilayah ketinggian itu. Seseorang yang terbiasa hidup di dataran rendah kemudian melakukan pendakian, dalam waktu cepat, membutuhkan proses aklimatisasi (penyesuaian) agar tubuh dapat menyesuaikan diri dengan kondisi di ketinggian itu. Perjalanan cepat dari dataran rendah ke arah ketinggian yang dilakukan dengan memakai kendaraan mobil atau pesawat, dengan sendirinya tidak memberi kesempatan pada tubuh manusia untuk melakukan aklimatisasi.

Tekanan udara dan kandungan oksigen pada udara sekitarnya semakin berkurang seiring dengan bertambahnya ketinggian suatu tempat. Tubuh manusia berusaha menekan kebutuhan oksigen. Jantung dan paru-paru berusaha melakukan penyesuaian dengan cara meningkatkan frekuensi pernapasan sehingga terjadi extra ventilasi yang menyebabkan keluarnya cairan ke paru dan ke otak sehingga mengancam keselamatan jiwa orang yang terkena.

### **Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh Manusia**

Mekanisme tubuh untuk mempertahankan keseimbangan suhu internal disebut thermoregulasi. Mekanisme ini sangat efektif dalam pengaturan suhu tubuh di bawah kondisi normal. Thermoregulasi bisa saja tidak berjalan dengan baik ketika seseorang terpapar oleh suhu yang panas ataupun dingin, untungnya tubuh kita memiliki kemampuan beradaptasi pada stres yang timbul akibat perbedaan suhu lingkungan.

Suhu tubuh yang konstan bergantung pada kemampuan seseorang untuk menyeimbangkan antara produksi panas tubuh, akibat proses metabolisme dalam

tubuh dan suhu lingkungan, dengan jumlah panas yang dilepaskan. Fungsi dari sistem pengaturan suhu tubuh, pada saat istirahat, aktivitas keseharian, maupun pada saat latihan memiliki komponen utama sebagai berikut:

- a. Pusat pengaturan suhu (*thermoregulatory center*), terdapat di hipotalamus yang berfungsi sebagai koordinator informasi yang masuk melalui sensor (*afektor*), untuk kemudian memberikan reaksi lanjutan.
- b. Reseptor suhu (*thermoreseptor*) merupakan reseptor sensoris, terbagi menjadi dua, reseptor pusat (*Central reseptor*) pada hipotalamus dan reseptor tepi (*peripheral reseptor*) yang terdapat pada kulit.

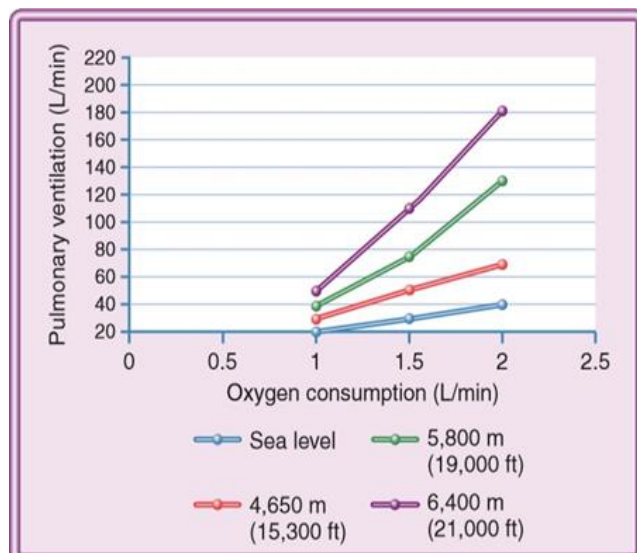
### **Aklimatisasi Atlet di Ketinggian**

Ketinggian aklimatisasi atau latihan ketinggian, membantu tubuh atlet untuk lebih bisa memaksimalkan kapasitas oksigen. Dalam olahraga, sistem anaerobik tubuh adalah fokus bagi pelari dan atlet tim olahraga.

Latihan ketinggian yang dilakukan di 8.000 kaki (2.500 m), mengurangi tingkat oksigen, sehingga memaksa tubuh untuk meningkatkan produksi sel darah merah. Peningkatan produksi sel darah merah dipicu oleh rilis pada ginjal dari hormone erythropoietin (EPO). Latihan di ketinggian akan meningkatkan kapasitas oksigen antara 2% sampai 3% dalam tiga bulan setelah dimulai pelatihan. Hal ini merupakan faktor yang signifikan dalam banyak olahraga. Peningkatan kapasitas oksigen ini akan hilang dalam waktu tiga bulan setelah selesai pelatihan.

Udara di ketinggian umumnya diperkirakan mengandung oksigen yang rendah. Akan tetapi, hal ini tidak sepenuhnya benar. Udara, di tingkat manapun, mengandung oksigen 20,93%; 0,03% karbon dioksida; dan nitrogen 79,04%. Namun, semakin meningkatnya elevasi, oksigen memiliki tekanan parsial semakin rendah dan semakin besar tekanan barometriknya. Hal ini sama seperti keadaan di bawah air, semakin dalam tekanan semakin besar. Pada permukaan laut, udara memberikan tekanan sekitar 760mmHg. Pada puncak Gunung Everest, 8848m (29.028 kaki) di atas permukaan laut, udara hanya memberikan sebuah tekanan

sekitar 231mmHg. Ingat bahwa setelah kita hirup, oksigen dalam alveoli (kantong udara kecil di paru-paru), lolos ke darah untuk diangkut ke jaringan. Pada saat yang bersamaan terjadi pertukaran gas antara alveoli dan darah karena perbedaan tekanan yang disebut dengan gradien tekanan. Tekanan oksigen dalam alveoli lebih besar daripada tekanan oksigen di dalam darah sekitar paru-paru. Hal ini, mendorong oksigen dari paru-paru ke dalam darah. Kemudian, setiap oksigen memasuki paru-paru, akan mengalami perbedaan tekanan. Hasilnya, akan sedikit oksigen yang masuk dari paru-paru ke dalam darah. Hal inilah yang terjadi ketika sedang berada di ketinggian.



Gambar 7.3. Hubungan Ventilasi terhadap Konsumsi Oksigen

### C. Aklimatisasi pada Suhu Dingin

Ketika cuaca di luar sedang dingin, kebanyakan dari kita, memilih untuk latihan dengan tambahan pakaian atau berlatih di dalam ruangan. Hal ini termasuk contoh baik dari kombinasi latihan dalam kondisi dingin, karena cuaca tidak bisa kita atur.



Jika latihan di lingkungan yang dingin terus berlanjut dalam waktu yang lama, khususnya jika kondisi basah (akibat dari salju atau hujan) dan tambahan angin dalam proses pendinginan akibat lingkungan, tubuh akan mengalami hipotermik. Ketika temperatur tubuh turun dibawah 30°C, tubuh kehilangan kemampuan untuk mengatur suhu tubuh. Penurunan suhu terjadi diperparah dengan penurunan laju metabolisme, hal ini dapat memicu kematian.

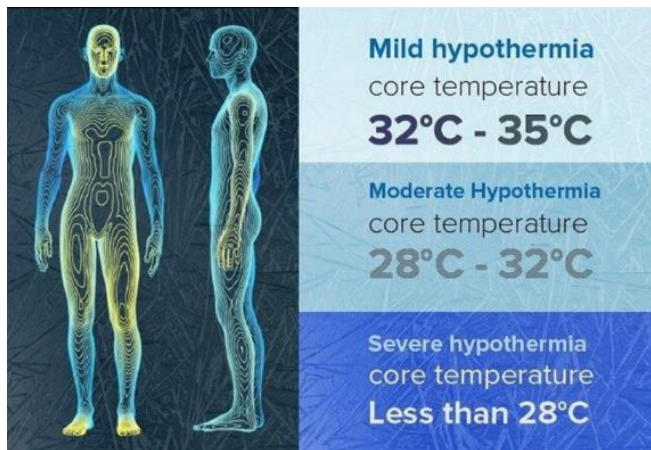
Ketika suhu inti turun di bawah 24° C maka kemungkinan besar manusia akan mati. Kemungkinan, kita semua pernah mendengar cerita tentang orang-orang yang membeku di musim dingin atau sangat dingin, akibat berendam di danau sedingin es dan keajaiban kembali hidup ketika tubuh perlahan-lahan menghangat, tetapi cerita ini jarang terjadi. Salah satu masalah utama yang terkait dengan hipotermia adalah detak jantung yang melambat dengan cepat, akibat pendinginan sel alat pacu jantung di nodus sino-atrium. Perlambatan detak jantung ini membuat jantung terbuka untuk memicu aritmia fatal atau timbulnya hipoksia jaringan di jantung karena curah jantung yang rendah dan aliran darah arteri coroner (Birch, K., McLaren, D., & George, K. (2005).



**Gambar 7.4. Gejala Hipotermia**

Gejala yang biasa dialami oleh orang yang mengalami hipotermia adalah diawali dengan pusing, menggigil, sulit berbicara, mengantuk dan kaku pada otot (Gambar 7.4.). Jika sudah mengalami lima gejala awal hipotermia, diikuti dengan

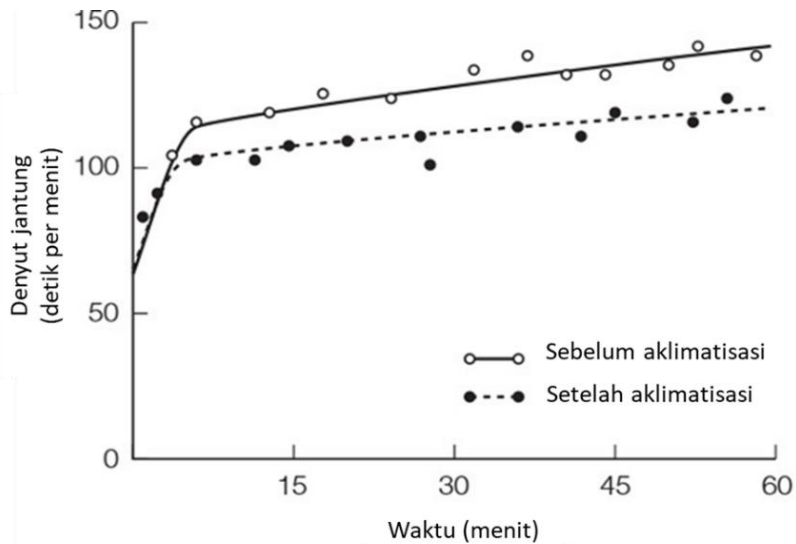
kondisi penurunan suhu tubuh seperti pada Gambar 7.5. cara paling mudah untuk mencegahnya adalah dengan menghangatkan tubuh.



**Gambar 7.5. Hipotermia Berdasarkan Suhu**

## **D. Aklimatisasi pada Suhu Panas**

Waktu aklimatisasi sangat bervariasi, tetapi perubahan saat berkeringat terjadi dengan cepat, full aklimatisasi memungkinkan dalam kurun waktu 2-3 minggu. Perubahan paling terlihat dari berhasil atau tidaknya proses aklimatisasi dapat dilihat dari denyut jantung. Pada Gambar 7.6., terlihat bagaimana perbandingan denyut jantung orang ketika sebelum dan setelah melakukan aklimatisasi. Terjadi penurunan denyut jantung yang signifikan pada sebelum dan setelah aklimatisasi. Penurunan rata-rata denyut jantung ketika latihan diukur melalui waktu per menit, menunjukkan adanya peningkatan kemampuan otot. Semakin lama waktu latihannya, kondisi jantung sudah dapat beradaptasi sehingga tidak menimbulkan kerja jantung yang berlebihan.

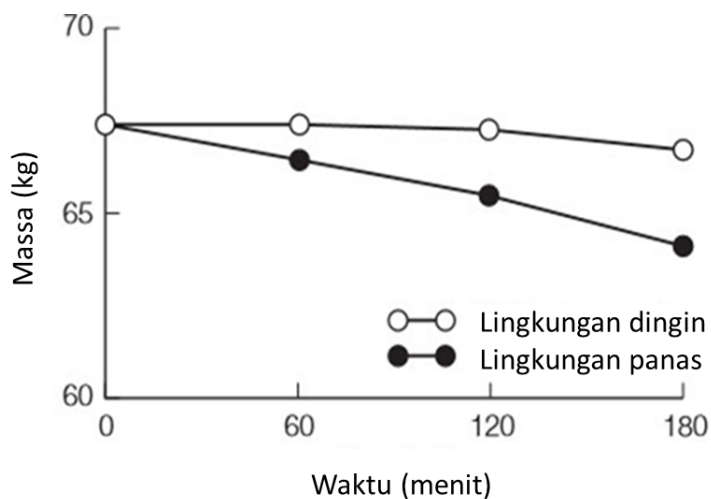


**Gambar 7.6. Pengaruh Aklimatisasi terhadap Denyut Jantung**  
(Gambar diadopsi dari buku Birch, McLaren, & George, 2005)

Aklimatisasi meningkatkan toleransi terhadap panas. Individu dengan kebugaran yang baik akan merespons lebih baik terhadap aktivitas di lingkungan panas daripada individu dengan kebugaran yang kurang. Dengan kondisi yang biasa, tubuh beradaptasi dengan lingkungan panas. Mayoritas bentuk adaptasi terhadap lingkungan panas terjadi selama 7-14 hari tetapi aklimatisasi yang menyeluruh dapat menghabiskan waktu lebih dari 30 hari (Corbin, 2008). Seiring kita beradaptasi dengan panas, tubuh akan menjadi terbiasa berkeringat lebih awal dan lebih banyak, serta komposisi keringat berubah. Proses ini yang membuat tubuh lebih mudah dalam mempertahankan suhu tubuh yang aman dan normal.

Orang biasa jika melakukan latihan selama 1 jam mungkin akan mengalami kelelahan yang berlebihan jika disertai dengan latihan intensitas sedang, denyut jantungnya bisa mencapai 160-180 denyut per menit. Berbeda dengan atlet yang memang sudah terbiasa berolahraga, jantung memompa secara efektif dan efisien, dengan asumsi setiap kali memompa jantung, volume darah yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan orang biasa. Sehingga tidak memerlukan usaha keras dalam menyokong energi selama berlatih. Hal ini karena distribusi darah tersalurkan dan terpusat mengarah ke otot.

Selain tentang denyut jantung yang terjadi di dalam tubuh, faktor lain yang mempengaruhi adalah adanya pengaruh eksternal, diantaranya adalah lingkungan. Lingkungan panas berbeda pengaruhnya dengan lingkungan dingin. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan adanya penurunan berat badan selama latihan tiga jam, data yang ada dibandingkan antara latihan di tempat yang dingin dan panas. Terlihat jelas pada grafik adanya penurunan berat badan yang signifikan terjadi saat latihan di lingkungan panas, dibandingkan di lingkungan dingin. Lingkungan panas membuat tubuh cepat mengeluarkan keringat. Keringat yang dikeluarkan membawa mineral seperti sodium dan potassium yang digunakan sebagai energi tubuh. Alhasil, latihan di tempat yang panas, membuat tubuh melakukan pembakaran lebih besar dari biasanya karena sumber energi cepat keluar dari tubuh melalui keringat.

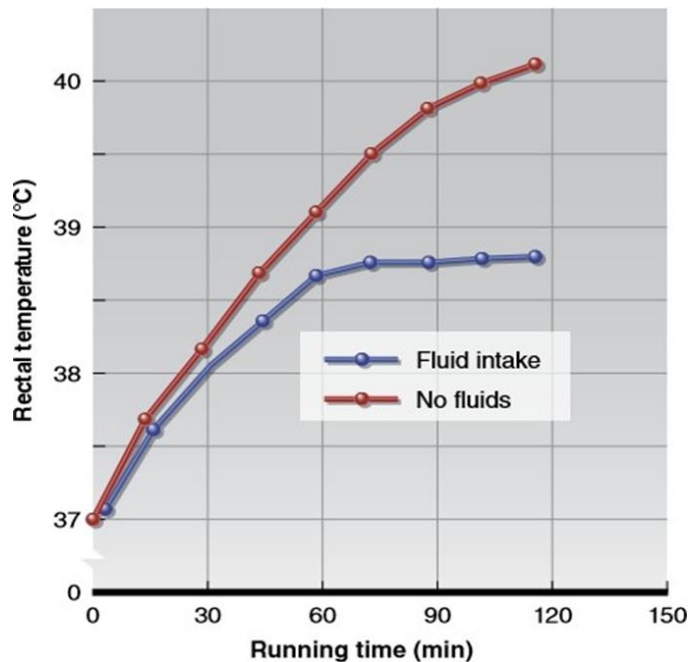


**Gambar 7.7. Massa Tubuh Selama Latihan Tiga Jam pada Lingkungan Dingin dan Panas**  
(Gambar diadopsi dari buku Birch, McLaren, & George, 2005)

Keringat secara umum dikeluarkan antara 0.5 sampai 1.5 L/jam selama latihan intensitas rendah–tinggi. Namun, dapat meningkat mencapai 3.0 sampai 4.0 L/jam untuk atlet laki-laki yang melakukan aklimatisasi di lingkungan panas. Angka kehilangan cairan dari keringat bervariasi untuk setiap individu, bergantung pada faktor lingkungan juga. Namun, secara umum, tingkat kehilangan cairan pada suhu 26.7°C dan 43.3°C. adalah sebagai berikut (Porcari, 2015): 1) Keringat ketika

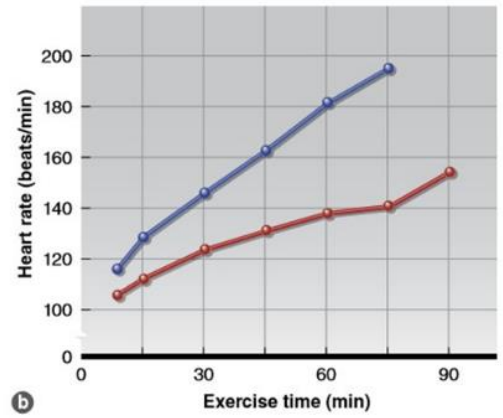
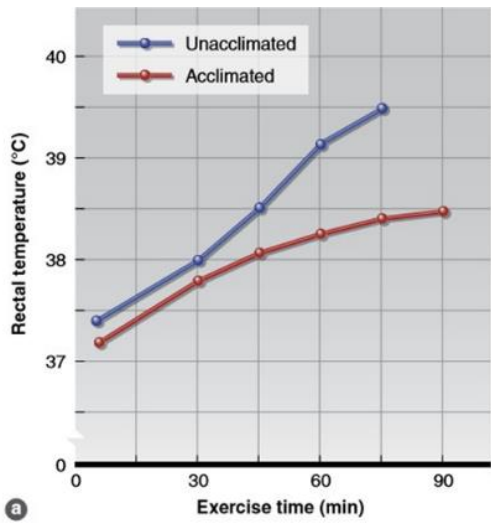
istirahat 0,05 L/jam dalam suhu 26.7°C dan 0,6 L/jam dengan suhu 43.3°C.; 2) Aktivitas ringan: 0,2 L/jam dan 1 L/jam untuk suhu 26.7°C dan 43.3°C; 3) Aktivitas sedang, 0.4 L/jam untuk suhu 26.7°C dan 1.5 L/jam untuk suhu 43.3°C; 4) Aktivitas berat, 0.6 L/jam (26.7°C) dan 2.0 L/jam (43.3°C).

Perbandingan atlet yang terhidrasi di lingkungan panas dengan yang tidak terhidrasi dapat dilihat pada Gambar 7.8. Pada studi ini, pengambilan suhu tubuh diambil melalui bagian dubur. Hal yang menarik ditunjukkan pada atlet yang terhidrasi dengan baik, menunjukkan peningkatan suhu dengan kondisi normal. Sementara, mereka yang tidak terhidrasi dengan baik mengalami peningkatan suhu tubuh mencapai 40°C dengan lama waktu latihan mencapai dua jam. Terlihat perbedaan yang sangat signifikan bagaimana atlet yang terhidrasi dengan baik selama latihan di tempat yang panas dapat beradaptasi dengan suhu lingkungan dan tidak memberikan banyak perubahan pada suhu tubuh masih di bawah 39 °C. Orang yang tidak terhidrasi dengan baik akan mengakibatkan suhu tubuh meningkat di atas normal. Efek paling parah yang dialami biasanya akan mengalami *heat stroke* akibat panas yang berlebihan. Ketika panas sudah mulai melebihi normal, biasanya akan ada hambatan dalam kerja fisiologis, khususnya sistem pembakaran energi dan sistem syaraf. Fungsi kerja tubuh pun menurun, sehingga otomatis akan mengganggu performa di lapangan. Perlu dicatat, bahwa penelitian yang dihadirkan pada Gambar 7.8. dilakukan selama dua jam lari, dimana subjek penelitian diberikan cairan selama satu kali percobaan dan pada percobaan kedua subjek tidak diberikan cairan sama sekali. Asupan cairan tidak memberikan banyak pengaruh sampai 45 menit berlari. Setelah 45 menit, subjek yang diberi cairan, panas tubuhnya akan menurun jika dibandingkan dengan subjek yang tidak diberikan cairan.



**Gambar 7.8. Pengambilan Temperatur atau Suhu Tubuh Melalui Dubur Selama Latihan terhadap Orang yang Terhidrasi dan yang Tidak**  
(Gambar diadopsi dari buku Kenney, Wilmore & Costill, 2012)

Variabel denyut nadi dan *rectal temperature* menunjukkan bagaimana pentingnya melakukan adaptasi tubuh melalui aklimatisasi minimal selama 30 hari (Corbin, 2008). Orang yang terlatih tentu memiliki kemampuan lebih baik dalam beradaptasi dengan lingkungan panas, kondisi denyut nadi dan *rectal temperature* yang lebih rendah dari orang yang tidak teraklimatisasi menunjukkan efisiensi kerja di lingkungan panas bagi mereka yang sudah terbiasa dengan suhu panas. Efektivitas kerja organ tubuh dan tidak mudah lelah menjadi kunci utama saat berolahraga di tempat panas dalam durasi latihan 90 menit, denyut nadi dan suhu rectal tidak setinggi orang yang belum teraklimatisasi (Kenney, Wilmore, & Costill, 2012). Kendala yang dialami mereka yang tidak beradaptasi akan mengalami peningkatan suhu tubuh dan menjadi mudah lelah akibat dari denyut jantung yang mencapai angka hampir 200 denyut/menit, bisa dikatakan maksimal (100%) atau mungkin untuk beberapa orang super maksimal (110%).



**Gambar 7.9. Perbandingan Orang yang Melakukan Aklimatisasi dengan yang Tidak Saat Latihan di Lingkungan Panas**

## BAB VIII

# STRESSOR SAAT LATIHAN

### A. Teori Aplikasi Latihan

Seluruh metode latihan membutuhkan spesifikasi terhadap individu, komponen kebugaran, dan aktivitas. Ada empat bentuk metode latihan yang sering dilakukan secara praktik di lapangan, diantaranya:

1. ***Continuous training***, mengembangkan kebugaran kardiovaskular:
  - Minimal 20 menit kerja submaksimal
  - Target denyut nadi antara 60-80% denyut nadi maksimal
  - Renang, lari, sepeda, berjalan atau kombinasi dari empat aktivitas
  - Kekurangan: sesi latihan yang terlalu lama membuat kebosanan
2. **Latihan *Fartlek (speed play)***, mengembangkan beberapa komponen kebugaran dan digunakan melalui permainan.
  - Bentuk yang berkelanjutan saat latihan
  - Mengubah kecepatan, turun gunung, dan elevasi digunakan untuk memberikan perubahan latihan
  - Kerja aerobik dan anaerobik dapat diselesaikan dengan kuantitas yang disesuaikan dengan orang yang melakukan.
  - Kekurangan: beberapa wilayah hanya memiliki sedikit tempat yang mempunyai elevasi untuk dijadikan sebagai tempat latihan
3. **Latihan interval**, mengembangkan kekuatan, kecepatan dan daya tahan otot.
  - Periode intensitas kerja diselingi dengan waktu istirahat
  - Variasi tipe komponen kebugaran dapat dikembangkan
  - Terstruktur melalui repetisi dan set
  - Intensitas ditentukan melalui presentasi denyut nadi maksimal



- Kekurangan: terlalu menantang bagi beberapa partisipan yang memiliki usia latihan yang masih rendah

#### **4. Latihan sirkuit**

- Mengembangkan kemampuan daya tahan otot, kekuatan dan/atau kebugaran kardiovaskular
- Bentuk latihan interval
- Setiap pos dalam sirkuit dapat melatih satu atau lebih komponen kebugaran
- Orang yang melakukan gerakan dari satu pos ke pos lain dengan waktu latihan dan istirahat
- Sirkuit dapat didesain supaya menjadi latihan olahraga yang spesifik

Empat metode latihan tersebut dapat diberikan dan sering dilakukan oleh para pelatih atau trainer di Indonesia. Padahal sebenarnya, selain empat bentuk Latihan tersebut, masih banyak lagi pembaharuan mengenai metode latihan. Diantaranya muncul metode latihan Tabata, *High Intensity Interval Training* (HIIT), *cross training*, TRX, dan juga mulai muncul kelas-kelas latihan seperti yoga, pilates, dan lainnya.

## **B. Kesalahan Adaptasi Latihan**

### **Latihan dengan intensitas tinggi**

Sebenarnya tidak ada yang salah dengan melakukan latihan olahraga sehat untuk diet dengan intensitas tinggi. Hanya saja bagi Anda yang masih pemula atau jarang melakukan olahraga, sebaiknya latihan dengan intensitas tinggi perlu dihindari. Jika anda melakukannya, bukan tidak mungkin tubuh akan merasa kaget karena tidak memiliki waktu untuk adaptasi dengan latihan yang cukup berat. Hal

ini akan berisiko bagi kesehatan fisik anda, sehingga perlu dihindari. Akan lebih baik jika anda olahraga dengan intensitas yang lebih ringan. Terutama bagi Anda yang masih pemula dan masih beradaptasi dengan berbagai gerakan olahraga.

### **Olahraga tidak teratur**

Ingin mendapatkan berat badan yang ideal dengan olahraga, tetapi anda sering melewatkan jadwal latihan? Sebaiknya anda jangan terlalu berharap untuk mendapatkan berat badan ideal dalam waktu cepat. Karena untuk melakukan diet tidaklah mudah jika tidak dibarengi dengan komitmen dalam latihan. Sebaiknya memiliki komitmen untuk serius dalam melakukan latihan olahraga sehat untuk diet terlebih dahulu hingga target awal Anda tercapai.

Jika perlu, Anda bisa melakukan latihan olahraga hingga 5 atau 6 kali dalam seminggu agar hasilnya lebih cepat. Untuk 1 hari sisanya, Anda bisa melakukan istirahat asal tetap bergerak dan tidak malas-malasan. Kesalahan ini seringkali kita jumpai di masyarakat, terlebih jika olahraga untuk diet hanya karena ikut-ikutan. Seringkali mereka hanya rajin di awal atau di bulan-bulan pertama saja, selanjutnya tidak pernah lagi melakukan latihan olahraga sehat untuk diet.

### **Kurang mengonsumsi air putih**

Aktivitas olahraga sehat untuk diet tentunya akan membuat Anda mengeluarkan banyak cairan tubuh melalui keringat. Sehingga sering kali Anda juga akan merasakan haus setelah berolahraga. Alangkah baiknya, jika anda memperbanyak konsumsi air putih untuk mengganti cairan tubuh yang hilang selama berolahraga.

Jika sampai kekurangan air putih, tubuh akan berisiko mengalami dehidrasi dan menjadi lemas. Meski begitu, masih ada saja orang yang melupakan dan melewatkan waktu minum setelah berolahraga. Tentu saja hal ini akan mengganggu metabolisme tubuh dan kinerja organ.

## **Latihan berlebihan**

Melakukan latihan olahraga sehat untuk diet secara berlebihan juga menjadi kesalahan yang umum dilakukan oleh sebagian orang. Latihan berlebihan yang dimaksud disini bukan hanya latihan dalam waktu yang berdurasi lama, tetapi lebih ke kemampuan fisik yang sudah lemah. Sehingga ketika anda sudah mengalami tanda-tanda seperti masalah kelelahan, lemas, kepala pusing, jantung berdegub cukup kencang, serta tubuh sudah mulai panas, sebaiknya beristirahatlah. Jangan sampai Anda memaksakan kondisi yang seperti ini dan berakibat pingsan ataupun mengalami gangguan kesehatan yang lebih parah

## **Mengonsumsi makanan tak sehat setelah berolahraga**

Meski sedang menjalankan diet, tidak ada salahnya Anda mengonsumsi makanan setelah olahraga sehat untuk diet. Tujuannya adalah untuk mengembalikan energi dan stamina yang sudah anda keluarkan. Terlebih jika anda sudah mulai merasa lapar, sebaiknya konsumsi makanan secukupnya dengan memilih makanan sehat. Karena sering kita jumpai, beberapa orang justru mengonsumsi makanan tidak sehat sehabis berolahraga. Contohnya, seperti mengonsumsi snack atau jajanan kemasan, makanan siap saji, makanan berlemak, atau jenis kue yang tinggi gula.

## **Berolahraga dalam kondisi perut terlalu kosong atau terlalu kenyang**

Kesalahan yang umum dilakukan saat melakukan latihan olahraga sehat untuk diet selanjutnya, yakni berlatih dalam kondisi perut terlalu kosong atau terlalu kenyang. Ketahuilah bahwa berolahraga dalam kondisi perut yang sangat kosong berisiko membuat anda justru pusing, karena kadar gula menurun. Belum lagi, jika anda memiliki kondisi penyakit seperti maag yang justru akan membuat kondisi kesehatan semakin buruk.

Begitu pula jika anda berolahraga dalam kondisi perut yang cukup kenyang, tidak akan baik untuk kesehatan pencernaan. Kondisi ini juga bisa menyebabkan asam lambung naik karena perut terlalu penuh. Waktu yang tepat untuk melakukan

olahraga adalah saat kondisi perut sudah terisi, sekitar 2 atau 3 jam setelah mengonsumsi makanan. Dengan begitu, anda akan tetap memiliki energi selama berolahraga tanpa harus khawatir merasa kelelahan atau menjadi lemas.

### **Tidak meningkatkan latihan**

Seperti yang sudah dijelaskan di atas, di awal latihan Anda harus memulainya dari tingkatan yang paling ringan dan durasi tidak terlalu lama. Namun jika sudah terbiasa, sebaiknya naikkan tingkatan latihan olahraga sehat untuk diet demi memaksimalkan hasil yang ingin dicapai.

Dengan meningkatkan latihan, penurunan berat badan bisa dicapai dalam waktu yang lebih cepat, tubuh lebih kencang, serta memiliki massa otot yang lebih baik. Oleh karena itu, jangan sampai Anda terlalu nyaman dengan tingkatan olahraga yang terlalu rendah dan tidak akan memberikan hasil yang signifikan.

### **Melewatkan latihan pemanasan dan pendinginan**

Melewatkan latihan pemanasan dan pendinginan menjadi dua hal yang sering kali dilupakan saat melakukan olahraga. Sebagian orang justru langsung melakukan olahraga sehat untuk diet pada inti gerakan, tanpa memperhatikan persiapan tubuh. Padahal melakukan pemanasan sangat penting untuk membiasakan diri terhadap gerakan inti yang akan dilakukan. Latihan pemanasan ini juga, akan membuat suhu tubuh lebih hangat sehingga mempersiapkan diri lebih awal.

Jika anda melewati tahap latihan ini, bukan tidak mungkin anda akan mengalami beberapa gangguan atau risiko cedera seperti kram otot, pingsan, dan sebagainya. Begitu pula dengan latihan pendinginan yang memiliki peranan sama penting dengan pemanasan. Anda perlu melakukan pendinginan supaya otot tubuh tidak kaku dan menstabilkan kondisi tubuh seperti semula sebelum berolahraga.

Dengan mengetahui berbagai kesalahan umum yang sering dilakukan dalam olahraga sehat untuk diet, diharapkan anda akan lebih berhati-hati dalam melakukan latihan. Karena meski mudah, tetapi latihan olahraga tidak boleh dilakukan

sembarangan. Apalagi bagi Anda yang menginginkan olahraga untuk tujuan diet, tentu harus mengikuti aturan dan instruksi supaya penurunan berat badan lebih optimal.

### **C. Detraining**

Detraining terjadi ketika atlet menurunkan durasi atau intensitas latihan atau berhenti latihan bersamaan dengan berhentinya program latihan, cedera, atau sakit. Dengan berkurang atau menghilangnya stimulus latihan, atlet akan mengalami kehilangan adaptasi fisiologis. Untuk menghindari efek detraining, model latihan yang digunakan akan sangat bermanfaat; yaitu cross training akan meminimalisasi kehilangan adaptasi secara normal selama sesi latihan. Atlet daya tahan aerobik dapat meminimalisasi efek detraining dengan melanjutkan mode latihan, jika memungkinkan dengan menurunkan frekuensi dan intensitas latihan.

Detraining adalah pemberhentian latihan anaerobik atau mengurangi frekuensi, volume, intensitas atau kombinasi dari tiga variable tersebut yang menghasilkan adanya penurunan performa dan hilangnya adaptasi fisiologis (Beachle & Earle, 2008).

Detraining didefinisikan sebagai kerugian (sebagian atau seluruh) dari adaptasi yang diakibatkan oleh latihan yang terjadi sebagai akibat dari penurunan stimulus latihan. Kehilangan fisiologis ini sering dikaitkan dengan penurunan volume atau intensitas pelatihan, dan jumlah detraining yang dialami mungkin berbeda dengan durasi penghentian latihan. Selanjutnya, berbagai parameter kebugaran (misalnya, daya tahan dan kecepatan) akan menunjukkan penurunan dengan level yang berbeda-beda. Namun, detraining berbeda dari tapering, yang didefinisikan sebagai pengurangan yang disengaja dalam volume atau intensitas latihan untuk waktu yang singkat, yang dirancang untuk mempersiapkan tubuh menghadapi kompetisi.

Detraining dapat mengakibatkan atrofi otot yang menurunkan massa otot, sebagaimana dibuktikan dengan penurunan luas penampang serat otot pada atlet

yang dilatih kekuatan dan sprint. Dalam penelitian tersebut, menunjukkan bahwa adaptasi latihan yang diinduksi oleh kekuatan tampaknya dipertahankan sama pada pria dan wanita yang lebih muda dan lebih tua selama 12 minggu pertama detraining, tetapi kemudian menunjukkan penurunan yang lebih signifikan setelahnya. Kehilangan fleksibilitas dan kebugaran kardiorespirasi yang merupakan imbas dari detraining tampaknya lebih besar daripada kehilangan kekuatan otot. Namun, mempertahankan beberapa bentuk stimulasi otot minimal penting untuk mengurangi tingkat detraining. Setelah 3 bulan latihan kekuatan selama tiga kali seminggu, individu yang mengurangi satu sesi per minggu berhasil mempertahankan sebagian besar peningkatan kekuatan yang diperoleh selama periode pelatihan 3 bulan. Demikian pula, untuk mempertahankan kebugaran kardiorespirasi, program pemeliharaan tiga sesi per minggu umumnya direkomendasikan.

Ini memperkuat gagasan bahwa mempertahankan latihan harus tercapai untuk mencegah kerugian yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, pedoman sederhana dalam berpartisipasi setidaknya satu sesi latihan beban setiap minggu dan setidaknya tiga sesi kardiorespirasi setiap minggu dapat meminimalkan efek detraining dan cukup konsisten dengan pedoman *American College of Sports Medicine* untuk latihan. Untuk individu yang terdesak waktu atau memiliki waktu yang sedikit untuk beraktivitas fisik, format latihan sirkuit menyajikan pilihan yang sangat memuaskan, baik itu latihan kardiorespirasi dan latihan beban bersamaan. (Porcari, 2015).

Akibatnya akan terjadi penurunan performa disertai penurunan fungsi fisiologis seperti ketebalan otot, ukuran serat otot, kepadatan kapiler, presentase lemak, kerja enzim aerobik, daya tahan jangka pendek, asupan maksimal oksigen, kepadatan mitokondria, kekuatan dan *power*. Dapat dilihat pada tabel 8.1. bagaimana perbandingan (yang digambarkan dengan ukuran bentuk) pada atlet terlatih yang dominan anaerobik dan aerobik dibandingkan dengan kondisi orang yang mengalami *detraining*.

**Tabel 8.1.**  
**Respons Relatif Variabel Fisiologis terhadap Latihan dan Detraining**  
 (gambar diadopsi dari buku Beachle & Earle, 2008)

Variabel fisiologis	Terlatih (dominan anerobik)	Detraining	Terlatih (dominan aerobik)
Ketebalan otot			
Ukuran serat otot			
Kepadatan kapileritas			
% lemak			
Enzim aerobik			
Daya tahan jangka pendek			
Asupan maksimal oksigen			
Kepadatan mitokondria			
Kekuatan dan power			

## Daftar Pustaka

- Assefa, N. & Tsige, Y. (2003). *Human Anatomy and Physiology*. the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Beachle, T.R. & Earle, R.W. (2008) *Essential of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics.
- Behm, D.G., Bambury, A., Cahill, F. and Power, K. (2004) “Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time”. *Med Sci Sports Exerc* 36(8):1397-1402.
- Bompa, T.O. (1999) *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
- Brich, K. McLaren, D., and George K. (2005) *Sport & Exercise Physiology*. Garland Science/BIOS Scientific Publishers.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., and White, T.P. (1996) *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*, 2nd ed. Mountain View, CA: Mayfield.
- Corbin, C. B. (2008) *Concepts of physical fitness: active lifestyles for wellness* - 14th ed. McGraw-Hill.
- Cornwell, A., Nelson, A.G., and Sidaway, B. (2002) “Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex”. *Eur J Appl Physiol* 86(5):428-434.
- Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.F., Lesmes, G.R., & Witzmann, F.A. (1979). “Adaptations in skeletal muscle following strength training”. *Journal of Applied Physiology: Respiratory Environmental Exercise Physiology*, 46, 96-99.



- Cramer, J.T., Housh, T.J., Coburn, J.W., Beck, T.W. and Johnson, G.O. (2006) “Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women”. *J Strength Cond Res* 20(2):354-358.
- Fleck, S.J., and W.J. Kraemer. (1996) *Periodization Breakthrough: The Ultimate Training System*. Ronkonkoma, NY: Advanced Research Press.
- Fletcher, I.M., and Jones, B. (2004) “The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players”. *J Strength Cond Res* 18(4):885-888.
- Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, M.L. (1993) *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, 5th ed. Dubuque, IA: Brown.
- Franklin, B.A. (1998) “Normal cardiorespiratory responses to acute exercise”. In: *American College of Sports Medicine Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 3rd ed., J.L. Roitman, ed. Baltimore: Williams & Wilkins. pp. 137-145.
- Guyton, A.C. (2000) *Textbook of Medical Physiology*, 10th ed. Philadelphia: Saunders.
- Haff, G.G. & Haff, E.E. (2012) *Training integration and periodization*. In: *Strength and Conditioning Program Design*. Hoffman J, ed. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 209–254.
- Harsono. (2015) *Periodisasi Program Pelatihan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Havenith, G., and M. Holewijn. (1998) “Environmental considerations: Altitude and air pollution”. In: *American College of Sports Medicine Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 3rd ed., J.L. Roitman, ed. Baltimore: Williams & Wilkins. pp. 215-222.
- Herbert, R.D., and Gabriel, M. (2002) “Effects of stretching before and after exercise on muscle soreness and risk of injury: A systematic review”. *Br Med J* 325:468-470.

- Hoeger, W.W.K. & Hoeger, S.A. (2011) *Fitness and Wellness*. Wadsworth, Cengage Learning.
- Hoeger, W.W.K. & Hoeger, S.A. (2010) *Principles and Labs for Physical Fitness, Seventh Edition*. Wadsworth, Cengage Learning.
- Issurin, V. (2008) “Block periodization versus traditional training theory: a review”. *J Sports Med Phys Fitness* 48: 65–75.
- Issurin, V. (2010) “New horizons for the methodology and physiology of training periodization”. *Sports Med* 40: 189–206.
- Jacobs, I., Esbjörnsson, M., Sylvén, C., Holm, I., & Jansson, E. (1987). “Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate.” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 368-374.
- Jansson, E., Esbjörnsson, M., Holm, I., & Jacobs, I. (1990). “Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males”. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140, 359-363.
- Little, T., and Williams, A.G. (2006) “Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players”. *J Strength Cond Res* 20(1):203-207.
- Karwasky, R. J. (2002) *Wellness & Fitness, Exercise Manual*. County of Los Angeles Fire Department.
- Kenney W. L., Wilmore J. H. & Costill, D. L. (2012) *Physiology of Sport and Exercise, Fifth Edition*. Human Kinetics.
- Kusnanik, N.W., Nasution, J., Hartono, S. (2011) *Dasar-dasar fisiologi olahraga*. Unesa University Press.
- MacDougall, J.D., Hicks, A.L., MacDonald, J.R., Mc Kelvie, R.S., Green, H.J., & Smith, K.M. (1998). “Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training”. *Journal of Applied Physiology*, 84, 2138-2142.

- McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.I. (2007) *Exercise Physiology*, 6th ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 2007.
- McLaren D., & Morton, J. (2012) *Biochemistry for sport and exercise metabolism*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Murray, T.D., and J.M. Murray. (1998) *Cardiovascular anatomy*. In: *American College of Sports Medicine Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 3rd ed.*, J.L. Roitman, ed. Baltimore: Williams & Wilkins. pp. 61-69.
- Nelson, A.G., Kokkonen, J. and Arnall, D.A. (2005) “Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance”. *J Strength Cond Res* 19(2):338-343.
- Nossek, J. 1982. *General Theory of Training*. Lagos: National Institute For Sports, Pan African Press, Ltd.
- Plowman, S.A. and Smith, D.L. (2011) *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
- Plowman & Smith. (2010). *Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance*. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
- Porcari, J., Bryant, C., Comana, F. (2018) *Exercise Physiology*. A. Davis Company: Philadelphia.
- Pope, R.P., Herbert, R.D., Kirwan, J.D., and B.J. Graham. (2000) “A randomised trial of pre-exercise stretching for prevention of lower limb injury”. *Med Sci Sports Exerc* 32:271-277.
- Potteiger, J.A. (2018) *American College of Sports Medicine’s introduction to exercise science*. Third edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Reilly, T. and Williams, A.M. (2003) *Science and Soccer*, Second Edition. Routledge.

- Shrier, I. (2004) "Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature [review]". *Clin J Sport Med* 14(5):267-273.
- Shrier, I. (2004) "Meta-analysis on pre-exercise stretching". *Med Sci Sports Exerc* 36(10):1832.
- Sidik, D.Z., Pesurnay, P.L., & Afari, L. (2019) *Pelatihan Kondisi Fisik*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Thacker, S.B., Gilchrist, J., Stroup, D.F., and Kimsey, C.D.Jr. (2004) "The impact of stretching on sports injury risk: A systematic review of the literature". *Med Sci Sports Exerc* 36(3):371-378.
- Viru, A. (1995). *Adaptation in Sport Training*.
- Young, W.B., and Behm, D.G. (2002) "Should static stretching be used during a warm up for strength and power activities". *Strength Cond J*, 24(6):33-37.
- <https://exploringyourmind.com/what-psychological-factors-improve-sports-performance/>.



# ADAPTASI LATIHAN

Adaptasi latihan digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana tubuh merespons terhadap aktivitas fisik yang dilakukan saat berolahraga. Ilmu fisiologi dan anatomi menjadi kunci dalam mempelajari aspek adaptasi latihan disertai dengan kemampuan menganalisis tipe gerakan atau aktivitas pada setiap cabang olahraga. Aktivitas fisik dan latihan memiliki peranan penting untuk mempromosikan Kesehatan; gaya hidup sehat dan menurunkan risiko terhadap penyakit. Latihan rutin sangat krusial untuk memaksimalkan kemampuan individu dan performa tim saat menghadapi kompetisi.

Fenomena-fenomena yang terjadi saat seseorang melakukan Gerakan, sebaiknya dianalisis untuk memperbaiki ataupun meningkatkan kemampuannya. Jangan sampai, sudah mengetahui berbagai efek yang diberikan setelah melakukan latihan, tetapi hal tersebut tidak diterapkan, alhasil penurunan kemampuan dan performa akan dialami pada seseorang yang aktif berolahraga atau atlet. Dengan memahami bagaimana aktivitas yang dilakukan dan respons apa yang diberikan tubuh setelah kegiatan tersebut, dapat memberikan manfaat dalam mempertahankan derajat kesehatan dan meningkatkan performa.

Buku ini didesain untuk para pembaca agar lebih dapat memahami dan mengapresiasi seluruh aspek penunjang ketika berolahraga, yang didukung dengan berbagai ilmu pendukung; khususnya fisiologi, anatomi, dan nutrisi. Sebanyak 13 topik dipilih, agar dapat mendasari berbagai pemahaman para pegiat olahraga dan ahli olahraga, serta ikut serta meningkatkan perkembangan olahraga di Indonesia.



Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2022

ISBN 978-602-8429-89-4

