
LATIHAN ENDURANCE DAN VENTILASI PARU

Oleh: Suharjana

Dosen Jurusan Pendidikan Kesehatan dan Rekreasi FIK UNY

Abstrak

Kesadaran masyarakat akan manfaat olahraga telah membawa dampak positif dengan semakin menjamurnya pusat-pusat kebugaran maupun klub-klub olahraga, baik olahraga untuk tujuan kesehatan maupun untuk mengejar prestasi. Di pusat-pusat kebugaran maupun di klub olahraga biasanya tersedia instruktur atau pelatih olahraga yang antara lain bertugas menyusun dan mengawasi proses latihan para member atau atletnya. Rumitnya mekanisme perubahan akibat latihan olahraga, menuntut sebagian besar instruktur, pelatih, atlet, member maupun konsultan olagraga berkeinginan untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep pelatihan olahraga, khususnya konsep latihan aerobik, mengingat latihan ini merupakan menu latihan yang hampir dilatihkan pada setiap member maupun atlet dari berbagai cabang olahraga. Karena itu tulisan ini akan membahas efek latihan endurance terhadap mekanisme perubahan ventilasi paru, baik selama latihan maupun perubahan yang terjadi setelah latihan.

Tulisan ini menyimpulkan sebagai berikut:
(1) latihan *andurance* adalah latihan atau aktivitas olahraga yang berlangsung lama, dengan

intensitas relatif rendah, yaitu antara 120-150 denyut nadi per menit, dengan durasi latihan 30-60 menit dan dengan frekuensi latihan 3 kali peminggu. Latihan dilakukan dengan memilih salah satu metode latihan yang ada, yaitu: *continuous training*, *interval training*, atau *circuit training*, (2) pada awal latihan *endurance* atau pada latihan yang meningkat intensitasnya, laju penggunaan oksigen akan lebih besar, sehingga tubuh akan kekurangan oksigen, tetapi ketika latihan telah mencapai *level steady state*, maka latihan dapat dipertahankan dalam waktu lama (3) jika latihan telah mencapai ambang anaerobik, maka latihan akan dominant menggunakan energi anaerobik, sehingga tidak lama lagi latihan akan terhenti, (4) setelah latihan berlangsung lama hingga berada pada zona ambang anaerobik, maka penggunaan oksigen akan mencapai maksimal, dengan demikian pada latihan ini selain menggunakan energi aerobik juga dipasok oleh enegi anaerobik, (5) setelah latihan berlangsung dalam periode yang lama, maka ambang anaerobik maupun konsumsi oksigen maksimum ($VO_2\text{max}$) akan meningkat dari denyut nadi rendah ke denyut nadi yang tinggi.

Kata Kunci: Ventilasi Paru, Oksigen *Steady State*

Secara biologik latihan fisik akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan fungsi organ tubuh seperti syaraf, jantung, pembuluh darah, alat-alat pernafasan maupun biokimia tubuh. Pada prinsipnya latihan fisik adalah

pemberian stres fisik pada tubuh secara teratur sistematis, berkesinambungan sedemikian rupa dapat memperbaiki atau meningkatkan kemampuan dalam melakukan kerja, (Nossek, 1982). Oleh karena itu agar latihan dapat memenuhi sasaran yang diinginkan hendaknya diprogram berdasar pada dosis latihan yang tepat, diantaranya meliputi intensitas latihan, lama latihan dan frekuensi latihan.

Latihan daya tahan (*endurance training*) merupakan model latihan yang biasa digunakan untuk meningkatkan daya tahan paru dan jantung. Di dalam dunia pelatihan olahraga, daya tahan paru jantung ini sering disebut kapasitas kerja maksimal atau kemampuan tubuh untuk mengkonsumsi oksigen secara maksimal/ Volume oksigen maksimal (VO_2 max). Untuk membuat program latihan daya tahan paru jantung penentuan intensitas latihan selain didasarkan pada denyut nadi maksimal juga dapat didasarkan pada persentase VO_2 max atau pada ambang anaerobik seseorang. Ambang anaerobik adalah perpindahan dukungan energi melalui sistem aerobik bergeser menjadi sistem anaerobik. Semakin tinggi ambang anaerobik seseorang berarti semakin tinggi kualitas kerja aerobik dan anaerobik seorang, yang berarti semakin tinggi VO_2 max.

seorang. Saat bekerja mencapai $\text{VO}_2 \text{ max}$. menurut Burke (1990:5) dipenuhi melalui sistem aerobik dan anaerobik.

Untuk meningkatkan $\text{VO}_2 \text{ max}$. dan ambang anaerobik dapat dilakukan dengan berbagai bentuk latihan, misalnya dengan sepeda statis, berenang, naik turun bangku atau berlari dilapangan. Menurut Pate (1984) bahwa untuk meningkatkan daya tahan aerobik seseorang harus berlatih pada daerah latihan 70-80% DJM (Denyut Jantung Maksimal), dan berlangsung lama. Tetapi untuk olahragawan yang mengutamakan dayatahan, sesekali latihan harus berada pada intensitas latihan 85-90% DJM, dengan waktu tidak lama. Hal ini menunjukkan bahwa olahragawan yang penampilannya mengutamakan daya tahan, latihan harus menggunakan intensitas latihan aerobik dan juga anaerobik.

Kesadaran masyarakat akan manfaat olahraga telah membawa dampak positif dengan semakin menjamurnya pusat-pusat kebugaran maupun klub-klub olahraga, baik olahraga untuk tujuan kesehatan maupun untuk mengejar prestasi. Di pusat-pusat kebugaran maupun di klub olahraga biasanya tersedia instruktur atau pelatih olahraga yang antara lain bertugas menyusun dan mengawasi proses latihan para member atau atletnya. Rumitnya mekanisme perubahan akibat latihan olahraga, menuntut sebagian besar instruktur,

pelatih, atlet, member maupun konsultan olahraga berkeinginan untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep pelatihan olahraga, khususnya konsep latihan aerobik, mengingat latihan ini merupakan menu latihan yang hampir dilatihkan pada setiap member maupun atlet dari berbagai cabang olahraga. Karena itu tulisan ini akan membahas efek latihan *endurance* terhadap mekanisme perubahan ventilasi paru, baik selama latihan maupun perubahan yang terjadi setelah latihan.

ENDURANCE TRAINING

Secara umum pengertian latihan andurance adalah aktivitas olahraga yang berlangsung lama, dengan intensitas relatif rendah. Menurut Bompa (1994) bahwa latihan endurance (*endurance training*) adalah olahraga atau latihan yang dilakukan dengan adanya oksigen yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pada waktu melakukan olahraga itu. Dalam berbagai buku fisiologi latihan endurance ini sering disebut sebagai latihan aerobik.

Latihan aerobik merupakan istilah yang dipergunakan atas dasar sistem energi predominan yang dipakai dalam aktivitas fisik tertentu (Fox, 1988). Pada latihan aerobik sistem oksigen merupakan sumber energi utama. Latihan

aerobik ini merangsang kerja jantung, pembuluh darah dan paru. Latihan aerobik adalah latihan yang harus dilakukan dengan kecepatan tertentu, dan dalam waktu tertentu. Kecepatan yang pasti sangat bervariasi, tetapi intensitas harus cukup merangsang ambang anaerobik agar terjadi adaptasi fisiologis (Janssen, 1989). Latihan aerobik biasanya berlangsung lama, sedangkan latihan yang berlangsung cepat biasanya menggunakan sistem anaerobik.

METODE LATIHAN

Untuk meningkatkan daya tahan aerobik banyak metode yang dapat dipilih. Fox (1988), Hinson (1995) berpendapat bahwa untuk mengembangkan daya tahan aerobik dapat digunakan beberapa metode antara lain: 1) *Continuous Training*, 2) *Interval Training*, 3) *Circuit Training*.

Continuous Training atau latihan kontinyu atau sering disebut latihan terus menerus adalah latihan yang dilakukan tanpa jeda istirahat, dilakukan secara terus menerus tanpa berhenti. Waktu yang digunakan untuk latihan kontinyu relative lama, antara 30- 60 menit. Latihan kontinyu menggunakan intensitas 60-80% dari HR.Max. Latihan yang baik 3-5 hari permginggunya. Ada bermacam-macam bentuk

latihan kontinyu seperti: jogging, jalan kaki, lari di atas treadmill, bersepeda statis, bersepeda, atau berenang.

Interval training atau latihan berselang adalah latihan yang bercirikan adanya interval kerja diselingi interval istirahat (*recovery*). Bentuknya bisa *interval running* (lari interval) atau *interval swimming* (berenang interval). Latihan interval biasanya menngunakan intensitas tinggi, yaitu 80-90% dari Kemampuan makasimal. Waktu (durasi) yang digunakan antara 2-5 menit. Lama istirahat antara 2-8 menit. Perbandingan latihan dengan istirahat adadah 1:1 atau 1:2. Repetisi (ulangan) 3-12 kali.

Sirkuit training dirancang selain untuk mengembangkan kapasitas paru, juga untuk mengembangkan kekuatan otot. *Sirkuit training* merupakan bentuk latihan yang terdiri dari beberapa pos (*station*) latihan yang dilakukan secara berurutan dari pos satu sampai pos terakhir. Jumlah pos antara 8-16. Istirahat dilakukan pada jeda antara antara pos satu dengan yang lainnya.

Prinsip-Prinsip Latihan

Agar program latihan dapat berjalan sesuai tujuan, maka latihan harus diprogram sesuai dengan prinsip-prinsip latihan yang benar. Bompa (1994) antara lain mengemukakan

prinsip-prinsip latihan adalah meliputi FIT (*Frequency, Intensity, Time*). Prinsip-prinsip tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Intensitas latihan

Intensitas latihan merupakan komponen latihan yang sangat penting untuk dikaitkan dengan komponen kualitas latihan yang dilakukan dalam kurun waktu yang diberikan. Intensitas adalah fungsi kekuatan rangsangan syaraf yang dilakukan dalam latihan, kuatnya rangsangan tergantung dari beban kecepatan gerakan, variasi interval atau istirahat diantara ulangan. Elemen yang tidak kalah penting adalah tekanan kejiwaan sewaktu latihan.

Untuk mengembangkan daya tahan paru dan jantung intensitas latihan sering menggunakan denyut jantung (HR). Bompa (1994) membuat zona latihan daya tahan paru jantung sebagai berikut:

Tabel 1. Zona latihan aerobic (Bompa, 1994)

Daerah	Jenis Intensitas	Denyut jantung per menit
1	Rendah	120 – 150
2	Menengah	150 – 170
3	Tinggi	170 – 185
4	Maksimal	Lebih 185

2. Frekuensi Latihan

Frekuensi menunjuk pada jumlah latihan per minggunya. Secara umum, frekuensi latihan lebih banyak, dengan program latihan lebih lama akan mempunyai pengaruh lebih baik terhadap kebugaran paru jantung. Menurut Fox (1988) frekuensi latihan yang baik untuk menjaga kesehatan 3 kali perminggu dan 6-7 kali perminggu untuk atlet *endurance*.

Latihan dengan frekuensi tinggi membuat tubuh tidak cukup waktu untuk pemulihan. Kegagalan menyediakan waktu pemulihan yang memadai akan dapat menimbulkan cedera. Tubuh membutuhkan waktu untuk bereaksi terhadap rangsangan latihan, pada umumnya membutuhkan waktu lebih dari 24 jam. Semakin bertambah usia semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pemulihan. Pada kenyataannya, individu yang tidak terlatih membutuhkan waktu 48 jam untuk pemulihan dan beradaptasi dengan rangsangan latihan (Sharkey, 2003).

3. Durasi latihan (*Time*)

Durasi dan intensitas latihan saling berhubungan. Peningkatan pada salah satunya, yang lain akan menurun. Durasi dapat berarti waktu, jarak, atau kalori. Durasi

menunjukan pada lama waktu yang digunakan untuk latihan. Jarak menunjuk pada panjangnya langkah, atau pedal, atau kayuhan yang dapat ditempuh. Kalori menunjuk pada jumlah energi yang digunakan selama latihan.

Durasi minimal yang harus dilakukan pada aktivitas aerobik adalah 15-20 menit (Egger, 1993). Menurut Sharkey (2003) individu dengan tingkat kebugaran rendah tidak bereaksi terhadap durasi latihan yang panjang, atau berintensitas tinggi. Penelitian terbaru dari Wenger dan Bell tahun 1986 (Sharkey, 2003) membuktikan bahwa untuk mendapatkan kebugaran yang lebih besar, latihan lebih lama dari 35 menit, hal ini mungkin karena proporsi metabolisme lemak terus naik pada 30 menit pertama latihan. Karena itu untuk mendapatkan kebugaran, kontrol berat badan dan keuntungan metabolisme lemak, dan untuk menurunkan lipid darah, perlu menambah durasi latihan. Namun tidak ada bukti yang meyakinkan untuk merekomendasikan latihan melebihi 60 menit. Bagi atlet yang berlatih lebih 60 menit, bertujuan memantapkan stamina, bukan untuk mendapatkan kesehatan. Dengan demikian latihan aerobik memerlukan durasi latihan antara 15-60 menit per sesi latihan.

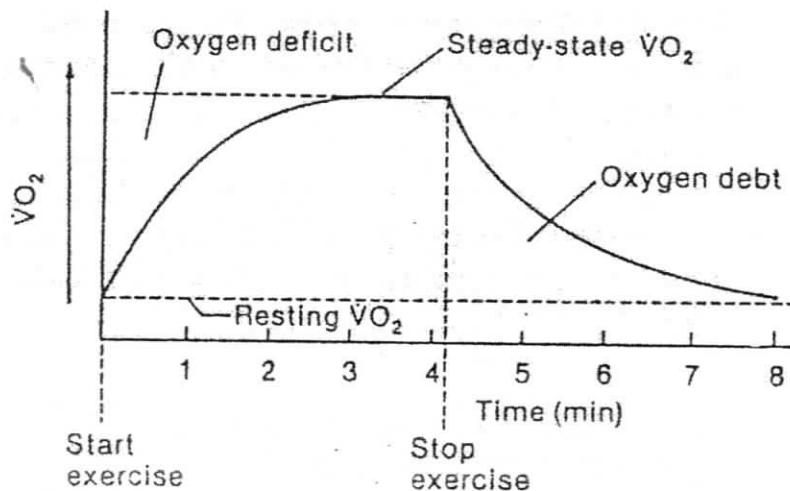
PENGGUNAAN OKSIGEN SELAMA LATIHAN

Karena metabolisme otot aerobik hanya dapat terjadi dengan penggunaan oksigen, laju pemakaian oksigen tubuh adalah gambaran mutlak dari laju metabolisme aerobiknya. Pemakaian oksigen dapat langsung diukur dengan mengumpulkan dan menganalisis pengeluaran udara seseorang. Laju pemakaian oksigen seseorang (VO_2 max.) dihitung dalam liter oksigen yang dipakai permenit (L/men.). Hasil perhitungan banyak dipengaruhi oleh ukuran badan, karena orang yang bertubuh besar mempunyai lebih banyak jaringan aktif secara metabolik. Dalam fisiologi olahraga sering kali orang tertarik untuk membandingkan laju pemakaian oksigen diantara banyak olahragawan yang berbeda ukuran tubuhnya. Dalam perbandingan semacam itu kita harus mengendalikan bermacam-macam ukuran badan, yang biasanya dinyatakan VO_2 max. berat badan yaitu berapa milliliter oksigen digunakan per kilogram berat badan per menit (mL/kg/men.)

Pada awal latihan (olahraga) laju pemakaian oksigen meningkat dengan tiba-tiba, tapi membutuhkan waktu antara 2 atau 3 menit untuk mencapai tingkatan yang dituntut oleh kerja yang cukup berat. Ketidaklancaran dalam respon VO_2 max. ini menandakan bahwa metabolisme aerobik tidak dapat

merespon dengan cukup cepat untuk memenuhi seluruh kebutuhan energi tubuh selama peralihan dari istirahat ke olahraga. Selama periode peralihan ini tubuh menimbun kekurangan oksigen. Keadaan seperti ini sering disebut “*Oxygen Defisit*” (Fox, 1988)

Karena metabolisme aerobik tidak dapat menyediakan energi yang dibutuhkan pada permulaan latihan berat, proses metabolisme anaerobik harus digunakan. Pada latihan dengan intensitas yang lebih tinggi kekurangan oksigen dan dukungan anaerobik semakin besar. Respon pemakaian pada awal latihan berkaitan dengan penyesuaian parujantung yang terjadi saat itu. Pemakaian oksigen tidak dapat meningkat lebih cepat dari volume pemberian oksigen pada otot yang sedang bekerja. Jadi, penimbunan kekurangan oksigen pada awal latihan yang keras tampaknya ditentukan oleh penyesuaian variable parujantung. Laju denyut jantung memerlukan dua atau tiga menit untuk mencapai keadaan yang stabil. Jika tubuh telah mencapai keadaan stabil antara kebutuhan energi dengan asupan oksigen (*oxygen stade state*), maka latihan dapat dipertahankan dalam waktu relatif lama. Gambar 1 berikut ini menunjukkan grafik pemakaian oksigen selama latihan

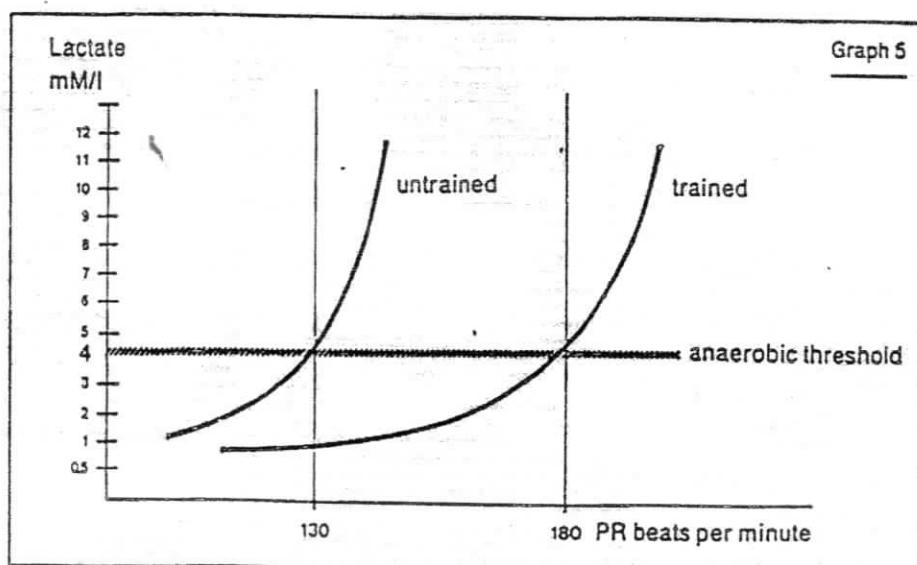


Gambar 1. Pemakaian Oksigen selama latihan (Pate, 1984;235)

Setelah latihan berat berakhir, laju pemakaian oksigen masih tetap tinggi sampai beberapa menit. Kemudian beransur-ansur menurun sampai akhirnya kembali dalam keadaan istirahat. Tingginya konsumsi oksigen setelah latihan ini dimaksudkan untuk membayar hutang oksigen (*oxygen debt*) pada waktu latihan berjalan. *Oxygen debt* dalam tubuh digunakan untuk proses pembakaran asam laktat, pemulihan simpanan ATP-PC dan pemulihan cadangan oksigen dalam mioglobin (Lamb, 1984)

ANAEROBIC TRESHOLD

Ambang anaerobik (*anaerobic threshold*) adalah saat mulainya asam laktat terkumpul dalam jaringan otot dan darah sebagai hasil sampingan glikolisis anaerobik akibat dari suatu intensitas latihan (Lamont, 1992). Pada saat ambang anaerobik terjadi seorang atlet akan menggunakan energinya dari semula dominant dengan sistem aerobik menjadi sistem anaerobik. Jika seorang atlet telah melampaui ambang anaerobik, maka ia akan bekerja pada sistem anaerobik, sehingga mengakibatkan ia mudah lelah dan aktivitas akan terhenti. Ambang anaerobik (*anaerobic threshold*) merupakan batas aktivitas fisik yang semula dominan menggunakan energi aerobik bergeser menjadi anaerobik. Ambang anaerobik akan dapat tercapai pada 65-90% dari VO_2 max atau pada denyut nadi antara 170-190 detak per menit. Menurut Janssen (1989), ambang anaerobik ini akan dicapai pada level laktat darah 4 Mmol/L darah. Oleh karena itu latihan diharapkan dapat menggeser ambang anaerobik dari denyut nadi rendah menjadi denyut nadi yang lebih tinggi. Dengan demikian pencapaian VO_2 maxnya juga akan lebih tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Peningkatan ambang anaerobik setelah latihan (Pate, 1989:23)

KONSUMSI OKSIGEN MAKSIMAL

Konsumsi oksigen maksimal adalah kemampuan tubuh mengkonsumsi oksigen tertinggi selama kerja maksimal yang dinyatakan dalam liter atau ml/kg/mnt (Fox, 1988). Menurut (Bompa, 1994) konsumsi oksigen maksimal atau volume oksigen maksimal, ($\text{VO}_2 \text{ max.}$) adalah pengambilan oksigen (*oxigen uptake*) selama kerja maksimal, biasanya dinyatakan sebagai volume per menit (V) yang dapat dikonsumsi per satuan waktu tertentu (menit).

Pada saat kapasitas aerobik maksimal tercapai, energi yang dikeluarkan mencapai maksimum. Total energi yang dikeluarkan (*total energy output*) tersebut sebenarnya tidak hanya dipasok oleh sistem energi aerobik saja, tetapi juga melibatkan dukungan energi anaerobik (Burke, 1990).

Dukungan energi anaerobik kapasitasnya terbatas dan hanya dapat dipertahankan dalam waktu yang pendek dan setelah itu menurun. Karena keterbatasan energi anaerobik tersebut, akibatnya kinerja pada tingkat aerobik maksimal hanya dapat dipertahankan dalam beberapa menit saja. Oleh karena itu intensitas latihan untuk cabang olahraga endurance harus di bawah ambang anaerobik (di bawah 80% $\text{VO}_2 \text{ max}$) (Pate, 1984).

Kapasitas aerobik seseorang merupakan faktor yang menentukan sampai seberapa jauh orang tersebut dapat berlari. Makin besar kapasitas aerobiknya, makin jauh jarak yang dapat ditempuh. Hal ini juga menggambarkan bahwa semakin jauh seseorang dapat menempuh jarak lari berarti juga memungkinkan seseorang tersebut semakin memiliki daya tahan (*endurance*) yang tinggi. Penggunaan oksigen maksimal dari berbagai atlet selama latihan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Olahraga	Pria	Wanita
Ski lintas alam	84	73
Lari jarak jauh	83	62
Orientering	80	62
Bulutangkis	66	56
Renang	70	55
Anggar	61	45
Panahan	58	40
Tidak terlatih	44	37

Tabel 2. Konsumsi aerobik maksimal ($\text{VO}_2 \text{ max}$) dalam ml/kg/menit) (Astrand, 1984)

Apa bila seseorang terus menerus beraktivitas pada sistem anaerobik, maka ia akan semakin banyak hutang oksigen, dan berakibat semakin banyak asam laktat yang menumpuk dalam tubuh. Kumpulan asam laktat ini akan menghalangi, kemudian menghentikan sama sekali penyediaan energi, yang diproduksi oleh ATP (adenosin tri pospat). Oleh karena itu jika seseorang sedang berlari jauh, mengalami banyak hutang oksigen, yang disebabkan aktivitas anaerobik, maka ia tidak akan dapat meneruskan langkahnya

lebih lama lagi, atlet tersebut akan mengurangi kecepatannya, atau bahkan berhenti sama sekali untuk membayar hutang oksigen selama ia berlari. Perlu diketahui bahwa pada saat berlari jauh, seseorang akan menggunakan aktivitas anaerobik, pada saat ia harus meningkatkan tempo berlari atau saat meningkatkan kecepatannya.

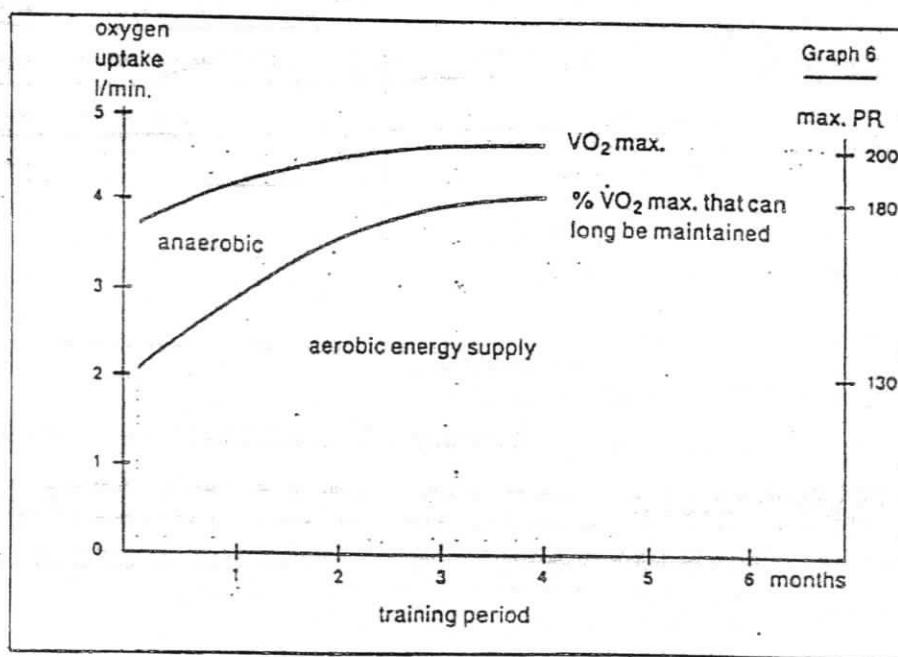
EFEK LATIHAN ENDURANCE

Selama latihan *endurance*, jumlah O₂ yang memasuki aliran darah di paru-paru meningkat, karena adanya kenaikan jumlah O₂ yang ditambahkan pada tiap satuan darah serta bertambahnya aliran darah pulmonal per menit. PO₂ darah yang mengalir ke dalam kapiler pulmonal akan menurun dari 40 menjadi 25 mm Hg atau kurang, sehingga perbedaan PO₂ alveol-kapiler meningkat dan lebih banyak O₂ akan masuk ke dalam darah. Aliran darah per menit meningkat dari 5,5 L/menit menjadi 20-35 L/menit. Dengan demikian jumlah O₂ total yang memasuki darah juga bertambah, dari 250 mL/menit saat istirahat mencapai 4000 mL/menit. Peningkatan ambilan O₂ sebanding dengan beban kerja yang dilakukan, sampai dicapai batas maksimum. Di atas maksimum, konsumsi O₂ mendatar dan kadar asam laktat darah terus meningkat (Ganong, 1995).

Peningkatan mendadak pada awal latihan kemungkinan disebabkan oleh rangsang psikis serta impuls aferen dari proprioceptor di otot, tendo dan persendian. Peningkatan yang bertahap kemungkinan disebabkan oleh faktor humorai, walaupun pada latihan fisik dengan intensitas sedang, pH, PCO₂ dan PO₂ darah arteri tidak berubah. Peningkatan ventilasi sebanding dengan konsumsi O₂, tetapi yang mendasari perangsangan masih menjadi perdebatan. Apabila latihan diperberat, maka pembentukan asam laktat semakin banyak dan semakin banyak produksi CO₂, dan hal ini menyebabkan ventilasi semakin meningkat. Dengan meningkatnya pembentukan asam laktat, peningkatan ventilasi dan pembentukan CO₂ tetap berimbang, sehingga CO₂ alveol dan darah arteri hamper tidak berubah. Setelah latihan dihentikan terjadilah pembayaran hutang oksigen. Selama pembayaran hutang oksigen, terdapat peningkatan O₂ sedikit dalam mioglobin otot. Sekitar 80% asam laktat diubah menjadi glikogen dan 20% dimetabolisme menjadi CO₂ dan H₂O.

Menurut Jansen (1989) karena pengaruh latihan, VO_{2max} dapat meningkat, dan yang terpenting bahwa latihan juga akan mempengaruhi pasokan energi secara aerobik, sehingga beban kerja aerobik akan dapat dicapai pada tingkat

yang lebih tinggi. Dengan demikian ambang anaerobik juga dapat dicapai pada persentase $\text{VO}_{2\text{max}}$ yang lebih tinggi sehingga latihan akan dapat meningkatkan kapasitas aerobik maksimal.



Gambar 3. Peningkatan Konsumsi Oksigen Maksimal dan Persentase Konsumsi Oksigen Maksimal setelah latihan (Janssen, 1989:25).

Menurut Pate (1984) untuk melakukan latihan endurance olahragawan harus memakai oksigen pada tingkat tinggi dalam jangka waktu lama. Laju kerja maksimal yang dapat dipertahankan olahragawan untuk waktu yang lama

ditentukan oleh $\text{VO}_2 \text{ max}$, Anaerobic Threshold. Olahragawan yang ideal akan mempunyai konsumsi oksigen maksimal yang tinggi (70-80 mL/kg/menit) dan AT yang sangat tinggi (80-90% $\text{VO}_2 \text{ max}$.)

Pate (1984) menyatakan bahwa orang-orang yang melalui program latihan daya tahan aerobik selama enam minggu tenaga aerobik maksimalnya meningkat 10-20%. Bahkan kemajuan yang lebih besar sering terjadi pada peningkatan ambang anaerobik. Menurut Kuntaraf (1993) Dengan latihan endurance yang sistematis, seseorang akan dapat memperbaiki konsumsi oksigen maksimal antara 5-25%. Banyak sedikitnya peningkatan $\text{VO}_2 \text{ max}$. tergantung kondisi mulai latihan. Jika dimulai dengan kondisi yang rendah, akan dapat memperbaiki dengan lebih tinggi. Laki-laki usia 65-74 tahun $\text{VO}_2 \text{ max}$. dapat meningkat sekitar 18% setelah latihan teratur selama 6 bulan.

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Latihan andurance adalah latihan atau aktivitas olahraga yang berlangsung lama, dengan intensitas relatif rendah, yaitu antara 120-150 denyut nadi per menit, dengan

- durasi latihan 30-60 menit dan dengan frekuensi latihan 3 kali pemingu. Latihan dilakukan dengan memilih salah satu metode latihan yang ada, yaitu: *continuous training*, *interval training*, atau *circuit training*.
- 2. Pada awal latihan *endurance* atau pada latihan yang meningkat intensitasnya, laju penggunaan oksigen akan lebih besar, sehingga tubuh akan kekurangan oksigen, tetapi ketika latihan telah mencapai level *steady state*, maka latihan dapat dipertahankan dalam waktu lama.
- 3. Jika latihan telah mencapai ambang anaerobik, maka latihan akan dominan menggunakan energi anaerobik, sehingga tidak lama lagi latihan akan terhenti
- 4. Setelah latihan berlangsung lama hingga berada pada zona ambang anaerobik, maka penggunaan oksigen akan mencapai maksimal, dengan demikian pada latihan ini selain menggunakan energi aerobik juga dipasok oleh energi anaerobik
- 5. Setelah latihan berlangsung dalam periode yang lama, maka ambang anaerobik maupun konsumsi oksigen maksimum ($VO_2 \text{ max}$) akan meningkat dari denyut nadi rendah ke denyut nadi yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Astrand, P.O. (1984). *Text Book of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Bompa, T.O. (1994). *Theory and Methodology of Training: The Key to Athletics Performance*. Dubunque: Kendal Hunt Publishing Company.
- Burke E.J. (1990). *Toward an Understanding of Human Performance*. New York: Movement Publishing Company.
- Egger, G. (1993). *The Fitness Leader's Exercise Bible*. NSW: Kangooroo Press Pty. Ltd
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML, (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. USA: W.B. Saunders Publishing Company.
- Ganong, W.L. (1995). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Alih bahasa oleh Djauhari Widjayakusumah, dkk. Jakarta: Penerbit Buku kedokteran EGC.
- Hinson C. (1995). *Fitness For Children*. Leeds. England: Human Kinetics.
- Janssen P.GJM. (1989). *Training Lactate Pulse-Rate*. New York: Polar Electro of Publishing.
- Lamb, D.R. (1984). *Physiology of Exercise*. New York: Mcmillan Publishing Company.

- Lamont, L.s. (1992). Predicting the Oxygen Cost Of Air Breaked Ergometri. *Researc Quartely for Exer. And Sport.* Vol 3
- Nossek J.(1982). *General Theory of Training.* Lagos: National Institut for Sport, Pan African Press Ltd.
- Pate R, Mc. Clengham B, Rotella R. (1984). *Scientific Foundation of Coaching.* Philadelphia: Saunders College Publishing Company.
- Sharkey, B.J (2003). *Fitness And Health.* Alih bahasa Kebugaran dan Kesehatan oleh: Eri Desmarini Nasution. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Kuntaraf, J (1993) *Olahraga Sumber Kesehatan.* Alih bahasa Oleh Saerang, Eddy. Jakarta: Indonesia Publishing House