

DASAR-DASAR FISILOGI PELATIHAN FISIK (Meningkatkan Kemampuan Anaerobik dan Kemampuan Aerobik)

Santosa Giriwijoyo, Dikdik Z.S., Sagitarius

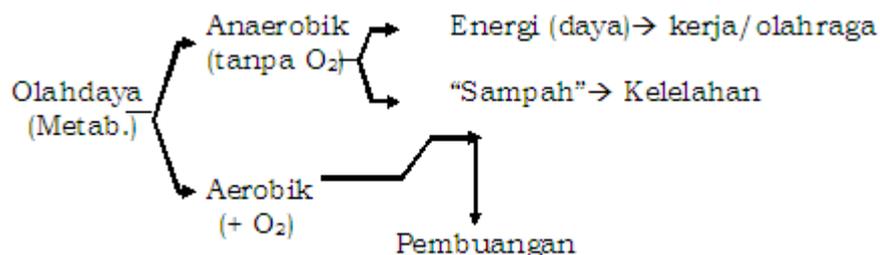
Abstrak

Olahraga mempunyai 2 (dua) kutub. Kutub pertama adalah kemampuan ketrampilan teknik kecabangan (kemampuan teknik) dan kutub yang lain adalah kemampuan dasar (kemampuan fisik). Kemampuan dasar merupakan faktor pendukung, bahkan merupakan landasan bagi kemampuan teknik. Bila kemampuan dasar (kemampuan fisik) tidak mampu lagi memenuhi tuntutan dukungan bagi kemampuan teknik, maka runtuhlah kemampuan (ketrampilan) teknik Atlet yang bersangkutan. Atlet tidak mampu mengembangkan permainannya dan bahkan mutu permainannya menurun, yang pertama-tama ditandai dengan menurunnya ketepatan (akurasi) gerakan dan/atau hasil gerakan. Oleh karena itu kemampuan fisik tidak boleh hanya sekedar cukup untuk mendukung satu sesi permainan, tetapi harus mampu mendukung minimal dua sesi permainan secara berturut-turut. Kemampuan fisik terdiri dari kemampuan anaerobik dan kemampuan aerobik. Kemampuan anaerobik yang tinggi memungkinkan Atlet memperagakan gerakan-gerakan dari yang ringan sampai yang berat, dari yang santai sampai yang *explosive maximal* secara berulang-ulang, terlebih bila didukung oleh kemampuan aerobik yang tinggi. Kemampuan aerobik yang tinggi, di samping mampu menunda datangnya kelelahan juga mampu mempercepat pemulihan baik pemulihan parsial (pemulihan *on court*) maupun pemulihan total (pemulihan *out of court*). Oleh karena itu pelatihan fisik yang hakekatnya adalah pelatihan untuk meningkatkan batas kemampuan maximal Atlet sangat perlu difahami oleh para Pelatih.

Kata kunci: Kemampuan anaerobik, kemampuan aerobik, kondisi pelatihan (pelatihan anaerobik hipoksik).

PENDAHULUAN

Sebelum membahas pelatihan fisik perlu lebih dahulu difahami apa yang dimaksud dengan *kondisi pelatihan*. Untuk dapat memahami kondisi pelatihan lebih dahulu harus difahami tata hubungan antara olahdaya (metabolisme) anaerobik (fungsi Ergosistema-I) dan olahdaya aerobik (fungsi Ergosistema-II). Fungsi olahdaya anaerobik ialah memasok daya untuk terjadinya gerak (kontraksi otot), sedang fungsi olahdaya aerobik ialah untuk memulihkan perubahan, termasuk menghilangkan sampah yang terjadi akibat adanya olahdaya anaerobik (lihat bagan di bawah ini).



Dengan perkataan lain, dalam kaitan dengan O_2 , olahdaya anaerobik berarti besar tuntutan (*demand*) akan O_2 , sedangkan olahdaya aerobik adalah besar pasokan akan O_2 .

Oleh karena itu olahdaya aerobik hanya akan meningkat apabila olahdaya anaerobik meningkat, dan *tidak pernah* terjadi olahdaya aerobik lebih besar dari pada olahdaya anaerobik *kecuali* pada *pemulihan*. Dalam hubungan dengan hal ini, dengan memperpanjang

nalar, dapat dikemukakan bahwa tidak akan pernah terjadi peningkatan kapasitas aerobik apabila intensitas anaerobik (intensitas olahraga yang dilakukan, yang berarti tuntutan akan O₂) selalu lebih rendah dari pada kapasitas aerobik yang telah dimilikinya pada saat itu.

Contoh :

VO₂ max (mis. dengan tes Balke) 40 ml/kg BB/ men., ingin menjadi 50ml/kg BB/men. Maka :

$33.3 + \{(2580/15) - 133\} \times 0.172 = 40 \rightarrow$ Ketika melakukan tes, ia berlari dengan kecepatan 2580m / 900 detik = **2.87 m/dtk.**

Untuk menjadi 50 maka ia harus menambah kecepatan lari menjadi **3.43 m/dtk,** karena $33.3 + \{(3450/15) \times 0.172\} = 50$

Lari setiap jarak	IRAMA KECEPATAN	
	VO2max = 40 2.87 m/dtk	VO2max = 50 3.43 m/dtk
100 meter	35 dtk	29 dtk
150 meter	52 dtk	44 dtk
200 meter	70 dtk	58 dtk
300 meter	105 dtk	87 dtk
400 meter	139 dtk	117 dtk

Artinya untuk merangsang peningkatan kapasitas aerobik harus dilakukan melalui olahraga aerobik dengan intensitas anaerobik (= intensitas olahraga) yang harus lebih besar dari pada kapasitas aerobik yang ada/dimiliki pada waktu itu (**2.87 m/dtk \rightarrow 3.43 m/dtk**), jadi artinya lebih lanjut ialah bahwa untuk dapat meningkatkan kapasitas aerobik maka beban/intensitas latihan harus *over load = supramaximal* dan dalam durasi yang adekuat untuk olahraga aerobik.

PEMBAHASAN

1. Tata Hubungan Anaerobik-Aerobik–Kondisi Pelatihan

Hubungan dengan hal tersebut diatas perlu dikemukakan beberapa istilah mengenai tata-hubungan anaerobik-aerobik yang berarti juga tata-hubungan antara intensitas (beban olahraga = kondisi anaerobik pada waktu melakukan olahraga) yang terjadi terhadap kapasitas aerobik yang dimilikinya pada saat itu. Tata hubungan itu adalah seperti di bawah ini:

1. Intensitas *anaerobik* < *Kapasitas aerobik* \rightarrow beban (intensitas) olahraga adalah normal = *normal load*=*submaximal load*. Pada keadaan ini olahraga dapat dilakukan dalam keadaan mantap penuh (*true steady state*), sehingga dapat dipertahankan untuk durasi (waktu) yang lama.
2. Intensitas *anaerobik* = *Kapasitas aerobik* \rightarrow beban (intensitas) olahraga adalah maximal = *crest load* = *maximal load*. Pada keadaan ini secara teoritis, olahraga masih dapat dilakukan dalam keadaan mantap penuh, tetapi pada kenyataannya tidak dapat dipertahankan untuk durasi yang lama. Contoh: Lari maraton tidak dapat dilakukan seluruhnya dengan intensitas *crest load*.
3. Intensitas *anaerobik* > *Kapasitas aerobik* \rightarrow beban (intensitas) olahraga adalah *over load* = *supramaximal load*. Pada keadaan ini tidak mungkin dapat terjadi keadaan mantap yang sesungguhnya, tetapi untuk waktu yang relatif singkat, dapat terjadi keadaan seperti mantap (*apparent steady state*), sampai habisnya kapasitas anaerobik (Karpovich & Sinning, 1971). *Anaerobic endurance* (*Speed Endurance* / *Stamina*) berada dalam pola ini.

Dari uraian tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa untuk meningkatkan kapasitas aerobik hanya mungkin bila intensitas latihan *over load*, artinya intensitas latihan menyebabkan terjadinya *kesenjangan* antara tuntutan akan $O_2 = oxygen demand$ (= intensitas anaerobik) terhadap kemampuan maksimal memasoknya (kapasitas aerobik) dan inilah yang disebut *kondisi pelatihan*. Jadi *kondisi pelatihan* adalah *kesenjangan* antara *tuntutan akan oksigen* dengan *pasokannya*. Akan tetapi kondisi pelatihan hanya dapat dicapai bila kapasitas anaerobik yang dimiliki saat itu adalah besar, sehingga selalu dapat dilakukan olahraga dengan intensitas (olahdaya anaerobik) yang lebih besar dari pada kapasitas aerobik (VO_2 max) yang dimiliki saat itu. Kondisi pelatihan yang diperoleh dengan mekanisme di atas adalah yang terjadi pada pelatihan olahraga konvensional yang dilakukan oleh orang pada umumnya, yaitu untuk menciptakan kondisi pelatihan maka intensitas olahraga (intensitas anaerobik) harus ditingkatkan sedemikian besar sehingga melebihi kapasitas aerobik yang dimiliki pada saat itu. Namun kondisi pelatihan juga dapat diperoleh para Pelaku latihan Tenaga Dalam. Pada latihan Tenaga Dalam, intensitas gerakan fisiknya ringan sehingga intensitas anaerobiknya adalah rendah. Tetapi karena pelaku latihan hanya boleh mengambil satu kali inspirasi yaitu hanya pada saat awal tiap melakukan jurus dan selanjutnya harus menahan nafas sampai berakhirnya jurus tersebut (Satria Nusantara) maka pasokan oksigennya menjadi tidak dapat memenuhi kebutuhan saat itu, artinya dalam melakukan jurus akan terjadi kondisi pelatihan. Makin lama pelaku melakukan tahan nafas maka kondisi pelatihan akan menjadi semakin besar dan secara subjektif olahraga akan terasa menjadi semakin berat dan respon fisiologiknya seperti yang terjadi ketika melakukan olahraga konvensional yang berat misalnya terjadinya cucuran keringat yang banyak.

2. Tujuan Pelatihan

Tujuan pelatihan fisik pada hakekatnya adalah meningkatkan Batas Kemampuan Maximal (BKM) primer (Kapasitas Anaerobik) maupun BKM sekunder (Kapasitas Aerobik) melalui pelatihan anaerobik dan pelatihan aerobik yang adekuat dan akurat. Kapasitas anaerobik merupakan modal kerja awal, sedangkan kapasitas aerobik adalah modal kerja penunjang.

Selanjutnya perlu difahami apa sesungguhnya yang menjadi sasaran pelatihan fisik. Sasaran pelatihan fisik baik anaerobik maupun aerobik terdiri dari dua sasaran:

1. Pelatihan Lokal: pelatihan otot-otot yang diperlukan untuk berbagai tugas gerak
2. Pelatihan Umum (*general/ sistemik*): pelatihan ergosistema secara menyeluruh.

3. Pelatihan Aerobik Lokal

Lebih dahulu akan dibahas pelatihan aerobik lokal, karena pelatihan aerobik, khususnya pelatihan aerobik sistemik (Pelatihan Aerobik umum = *general aerobic training*) sudah sangat difahami.

Pelatihan aerobik lokal hakekatnya adalah pelatihan daya tahan dinamis otot atau kelompok otot tertentu. Pelatihan dilaksanakan dengan menggunakan beban pada daerah 1/3 minimal jadi dengan menggunakan beban pada daerah di bawah 33.3% dari maksimal (lihat Fisiologi Pembebanan) dan dilakukan dengan prinsip repetisi maksimal (RM) dan kaidah pelatihan yang fisiologik. Tujuan pelatihan ini ialah meningkatkan kemampuan fungsional:

1. Unsur Seluler (Ergosistema-I Lokal) yaitu sel-sel otot setempat yang menjalani pelatihan. Hasilnya ialah meningkatnya unsur-unsur untuk menyelenggarakan olahdaya aerobik di dalam sel, khususnya yaitu dengan bertambahnya:
 - a. Jumlah dan besar mitochondria
 - b. Jumlah myoglobin di dalam sel otot.
2. Unsur Extraseluler (Ergosistema - II Lokal) yaitu meningkatnya kemampuan mendukung sistem extraseluler oleh karena meningkatnya vaskularisasi jaringan otot setempat

(bertambahnya jaringan kapiler sekitar otot-otot yang dilatih).

4. Pelatihan Aerobik Sistemik

Pelatihan aerobik sistemik adalah sumasi (= penjumlahan) pelatihan-pelatihan aerobik lokal yang terjadi pada sejumlah besar otot-otot tubuh secara simultan seperti yang terjadi pada berbagai bentuk olahraga yang bersifat aerobik misalnya lari/*jogging*, berenang, senam aerobik, dsb. Tujuan pelatihan ini ialah meningkatkan kemampuan fungsional:

1. Unsur Seluler (Ergosistema- I), yaitu seluruh sel-sel otot yang terlibat secara sistemik dalam kegiatan olahraga tersebut. Hasil yang terjadi pada sel-sel otot, seperti yang terjadi pada pelatihan aerobik lokal.
2. Unsur Ekstraseluler (Ergosistema - II), yaitu meningkatnya kemampuan mendukung dari Ergosistema - II (ES-II). ES-II terdiri dari:
 - a. Darah, cairan tubuh dan getah bening
 - b. Pernafasan
 - c. Jantung dan pembuluh darah.

Hasil yang terjadi ialah meningkatnya kemampuan fungsional ES-II yang wujudnya ialah meningkatnya kapasitas aerobik dan dengan demikian juga meningkatnya daya tahan umum (*General endurance*). Namun untuk terjadinya hal ini ada syarat yang harus dipenuhi yaitu : rangsangan yang diberikan oleh ES-I harus lebih besar dari kemampuan ES-2 yang ada pada saat itu, artinya besar rangsangan anaerobik harus lebih besar dari pada kapasitas aerobik yang dimilikinya pada saat itu (Fahami tata-hubungan ES-1 – ES-2, tata-hubungan anaerobik-aerobik). Artinya lebih lanjut ialah bahwa rangsangan pelatihan harus dapat menciptakan *kondisi pelatihan* yaitu kondisi ketika intensitas olahraga (*kondisi olahdaya anaerobik*) > *kondisi olahdaya aerobik*, atau intensitas pelatihan yang disebut sebagai *over load*.

5. Pelatihan Anaerobik Lokal

Pelatihan anaerobik lokal adalah pelatihan otot pada umumnya, oleh karena daya (energi) untuk kontraksi otot selalu berasal dari mekanisme olahdaya (metabolisme) anaerobik (Fahami masalah pembentukan daya untuk kontraksi otot, - lihat skema di halaman depan).

Pada setiap terjadi kontraksi otot olahdaya anaerobik dalam otot selalu meningkat dan menjadi lebih besar dari pada olahdaya aerobik yang ada pada waktu itu. Hal ini berarti bahwa *pada setiap kontraksi otot terjadi kondisi pelatihan* pada otot itu. Jadi pelatihan anaerobik lokal berarti terciptanya kondisi pelatihan lokal pada otot-otot yang dilatih.

Kondisi pelatihan merupakan rangsangan bagi sel untuk memperbaiki diri dengan meningkatkan kualitas unsur-unsur anatomik maupun fisiologiknya (di dalam sel) dan ini berarti meningkatnya kualitas sel, yang berarti juga meningkatnya kesehatan dan kemampuan fungsional sel. Dalam hal ini berarti meningkatnya kekuatan dan daya tahan sel-sel otot yang mengalami pelatihan !

Perubahan *anatomik* ditunjukkan dengan terjadinya hipertrofi otot yang disebabkan oleh karena:

1. Menebalnya sarkolema artinya meningkatkan *kekuatan pasif* otot, yang lebih lanjut berarti otot menjadi lebih kuat terhadap regangan (tarikan pasif).
2. Bertambahnya unsur-unsur kontraktil otot (*myofilamen*) artinya meningkat-kan *kekuatan aktif* otot, yang lebih lanjut berarti otot menjadi lebih mampu mengangkat beban yang lebih berat.

Perubahan *fisiologik* ditunjukkan dengan terjadinya:

1. Peningkatan kekuatan dan daya tahan otot ybs.

Perubahan *biokimia* ditunjukkan dengan meningkatnya:

1. Jumlah komponen-komponen sistem anaerobik di dalam otot, termasuk meningkatnya jumlah glikogen otot, yang berarti meningkatnya kemampuan fungsional anaerobik otot ybs.
2. jumlah dan besar mitochondria
3. jumlah myoglobin di dalam sel otot.
4. Kedua hal yang terakhir ini diperlukan untuk meningkatkan kemampuan fungsional aerobik di dalam otot dan diperlukan untuk mempercepat pemulihan otot!

6. Pelatihan Anaerobik Sistemik

Pelatihan anaerobik sistemik berarti terciptanya kondisi pelatihan secara sistemik yaitu terciptanya kondisi pelatihan pada seluruh sel dalam tubuh. Hal ini dapat terjadi bila pasokan O₂ bagi setiap sel tubuh tidak mencukupi kebutuhan sekalipun pada istirahat. Kondisi demikian hanya mungkin bila terjadi *hypoxaemia* yaitu kurangnya kandungan O₂ di dalam darah dan hal ini hanya dapat terjadi bila ada *hypoxia* yaitu kurangnya O₂ yang dapat diserap dari udara paru. Kurangnya penyerapan O₂ di paru terjadi oleh karena:

1. Kurangnya kandungan O₂ dalam udara atmosfer
2. Kurangnya ventilasi paru oleh karena adanya gangguan pada mekanisme respirasi.

Hal yang pertama hanya dapat terjadi pada kondisi yang luar biasa misalnya tinggal di ketinggian pegunungan di mana kandungan O₂ dalam udara memang rendah, atau pada kondisi artifisial (buatan) misalnya yang secara sengaja dilakukan pada *climatic chamber*.

Hal yang kedua dapat terjadi pada:

1. Kondisi patologis misalnya pada episode (serangan) asthma bronchial akut pada penderita asthma
2. Kondisi artifisial misalnya secara sengaja menahan nafas.

Hal yang (2) ini terjadi misalnya pada perenang-perenang yang secara sengaja berlatih renang secepat-cepatnya dan sejauh-jauhnya dengan tetap tinggal dibawah permukaan air, seperti yang dilakukan oleh perenang-perenang Amerika Serikat tatkala berlatih renang untuk menghadapi Olympiade Los Angeles tahun 1984. Dengan cara berlatih demikian tidak saja mereka berlatih secara anaerobik tetapi juga menciptakan kondisi *hypoxia* bagi dirinya. Oleh karena itu cara pelatihan demikian disebut juga sebagai pelatihan *anaerobic hypoxic*, yang hakekatnya adalah intensifikasi pelatihan anaerobik (intensifying the anaerobic training).

Perenang-perenang tersebut melakukan latihan *anaerobic hypoxic* dengan jarak panjang kolam renang tersebut (50 M). Pada suatu ketika dua orang perenang pria ingin mencoba kemampuan dengan berenang sejauh mungkin secara anaerobic hypoxic. Hal ini diketahui oleh Nancy Hogshead, yang kemudian ternyata menjadi peraih tiga medali emas dan satu medali perak renang pada Olympiade Los Angeles tahun 1984. Dari ketiga perenang itu, ternyata Nancy mencapai jarak yang terjauh namun ia pingsan pada jarak 80 M, sementara dua teman prianya sudah berhenti pada jarak 65 M. Perlu diketahui, Nancy adalah atlet renang yang menderita *exercise induced bronchospasm (asthma)* yang diinduksi oleh aktivitas fisik), yaitu serangan asthma yang timbul bila yang bersangkutan melakukan olahraga.

Bila diterjemahkan dalam waktu, dengan asumsi bahwa rekor Perenang-perenang puncak untuk gaya bebas jarak 100 M adalah satu menit (60 detik) maka jarak 50 M berarti memerlukan waktu tempuh ± 30 detik. Bila diasumsikan intensitas latihan adalah 80-90% kemampuan maksimal, maka waktu tempuh untuk satu kali jarak latihan adalah 33-36 detik, artinya mereka berlatih renang secara anaerobic hipoxic selama antara 33-36 detik pada setiap kalinya. Namun tidak dijelaskan berapa repetisi mereka melakukannya.

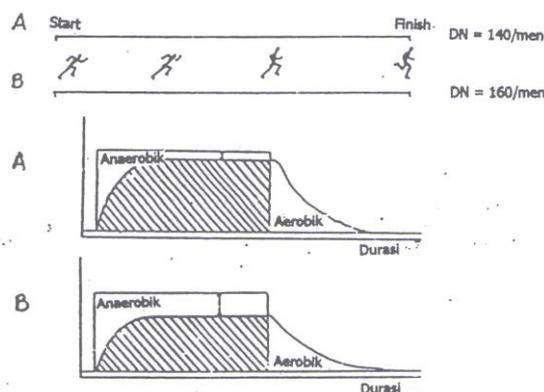
Hakekat pelatihan *anaerobic hypoxic* ini juga dilakukan oleh para Pelaku Olahraga Tenaga Dalam. Pada jurus-jurus tertentu latihan Tenaga Dalam (Seni Pernafasan Satria

Nusantara), Pelaku melakukan latihan dengan hanya melakukan satu inspirasi pada awal melakukan jurus yang selanjutnya harus menahan nafas selama melakukan jurus tersebut. Dalam pengamatan waktu, ternyata mereka melakukannya dalam kurun waktu selama 30-45 detik untuk setiap jurusnya yang kemudian diulang sebanyak 15x (dilakukan sebanyak 15 repetisi) sesuai ketentuan pelatihan Tenaga Dalam Satria Nusantara. Namun interval waktu pemulihan antara repetisi pertama dan repetisi-repetisi berikutnya tidak berpola tertentu, tergantung pada Pelatih yang waktu itu memimpin pelatihan dan dapat berkisar antara beberapa puluh detik sampai beberapa menit. Bila interval waktu pemulihan terlalu singkat maka pelatihan terasa lebih berat oleh karena terjadinya dampak kumulatif pelatihan anaerobik yaitu tertumpuknya sampah olahdaya anaerobik (asam laktat).

7. Intensitas Pelatihan

Secara *objektif* intensitas pelatihan (berat olahraga) ditentukan oleh besar *daya* (energi) yang diperlukan dan dapat disediakan oleh mekanisme *olahdaya* (metabolisme) *anaerobik* per satuan waktu. Secara *subjektif* berat olahraga ditentukan oleh besar kesenjangan yang terjadi antara olahdaya aerobik (kemampuan memasok O₂) terhadap olahdaya anaerobik (tuntutan akan O₂) yang terjadi. Makin besar kesenjangan itu berarti relative makin kecil kemampuan memasoknya (kemampuan aerobiknya). Oleh karena itu agar olahraga selalu terasa (subjektif) ringan maka kemampuan aerobik harus besar, agar kesenjangan menjadi sekecil mungkin. Contoh: 2 orang atlet A dan B dengan umur, jenis kelamin, tinggi badan dan berat badan sama, bila ia lari untuk jarak yang sama dan bersama-sama (start dan finish bersamaan) maka mereka se cara *objektif* melakukan olahraga dengan intensitas dan dosis yang sama, artinya secara objektif mereka melakukan olahraga yang sama beratnya dan melakukan kerja yang sama banyaknya. Tetapi oleh karena B memiliki kapasitas aerobik yang lebih kecil dari pada A maka secara *subjektif* B akan merasakan olahraga itu sebagai lebih berat.

Dalam hubungan dengan masalah Tenaga Dalam perlu dikemukakan penelitian yang dilakukan oleh Giriwijoyo dkk (2002). Penelitian dilakukan terhadap Mahasiswa pria baru jurusan Kepeleatihan angkatan 2000 yang tidak mempunyai latar belakang olahraga untuk alasan homogenitas. Sampel yang diperoleh dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan hasil tes awal menjadi Kelompok I, II dan III. Kelompok I diberi perlakuan murni latihan Tenaga Dalam Satria Nusantara (SN) tingkat dasar dan pelaksanaannya dilakukan sepenuhnya oleh Lembaga Seni Pernafasan Satria Nusantara Bandung. Kelompok II diberi perlakuan Senam Pagi Indonesia Seri D yang dilakukan oleh Instruktur dari Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan (FPOK) Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), dan Kelompok III mendapat perlakuan seperti kelompok II tetapi dengan melaksanakan pola pernafasan Satria Nusantara, disesuaikan dengan kondisi fisiologiknya yang berbeda dengan pelatihan murni SN.



Alat ukur yang dipergunakan ditujukan untuk mengetahui dampaknya terhadap fungsi statis (Kapasitas Vital, Nadi istirahat dan kemampuan menahan nafas) dan dampaknya terhadap kemampuan dinamis (anaerobik alaktasid, anaerobik laktasid dan aerobik). Tes untuk mengukur kemampuan anaerobik alaktasid yang dipergunakan adalah : bentuk-bentuk gerak *explosive maximal* yang terdiri dari *vertical jump*, *standing broad jump* dan *sprint 50 m*. Tes untuk mengukur kemampuan anaerobik laktasid adalah lari 400 m, sedangkan untuk mengukur kemampuan aerobik dipergunakan tes lari 12 menit dari Cooper. Alat ukur ini dipergunakan untuk tes awal dan tes akhir. Hasil penelitian terdapat dalam tabel di bawah ini.

Dari hasil penelitian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari sudut pandang Ilmu Faal, Tenaga Dalam adalah kemampuan anaerobik (yang lebih baik). Hal ini terlihat dari kemampuan anaerobik yang lebih baik dengan urutan $I > III > II$.

HASIL

FUNGSI	PERLAKUAN PARAMETER	SN (POK I)	SPI-D (POK II)	SPI-D/MOD (POK III)
FUNGSI STATIS	DNI-KAP. VITAL	↔	↔	↔
	TAHAN NAFAS	↗	↔	↗
FUNGSI DINAMIS	ANAEROBIK ALAKTASID	↗	↗	↗
	ANAEROBIK LAKTASID	↗	↔	↗
	AEROBIK	↔	↗	↗

2. Hasil pelatihan sangat erat kaitannya dengan sifat pelatihan, artinya pelatihan bersifat sangat spesifik dan hal ini terlihat dari kemampuan anaerobik seperti pada butir 1, sedangkan kemampuan aerobik dalam urutan $II > III > I$.

Catatan: DNI = denyut nadi istirahat.

3. Penerapan pola pernafasan SN kepada Senam Pagi Indonesia seri D menghasilkan kemampuan anaerobik yang sama dengan hasil pelatihan SN, tetapi peningkatan kemampuan aerobiknya lebih rendah dari pada yang diperoleh melalui pelatihan murni Aerobik (SPI-D).

Ketahanan dan Kelelahan

Ketahanan yang dimaksudkan disini ialah ketahanan fisik/ jasmani. Ketahanan fisik terdiri dari:

1. Ketahanan fisik biologik

Kemampuan fisik/jasmani untuk melawan dan mengatasi berbagai ancaman lingkungan yang cenderung menimbulkan kerusakan jasmani atau penyakit baik yang bersifat infeksi maupun yang bersifat non-infeksi.

2. Ketahanan fisik fungsional:

Kemampuan fisik/ jasmani untuk melawan dan mengatasi beban atau tugas fisik/ jasmani yang akan menyebabkan terjadinya kelelahan.

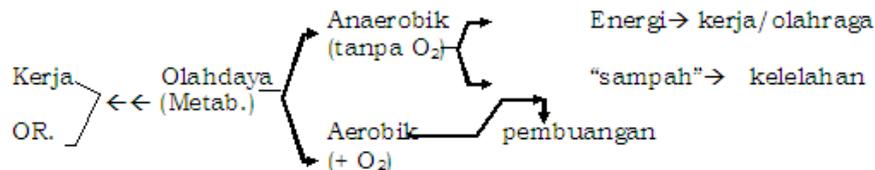
Ketahanan yang dimaksudkan dalam naskah ini ialah Ketahanan fisik fungsional.

Ketahanan dan kelelahan dengan demikian merupakan kutub yang berlawanan bagi aktivitas fisik.

Dalam kaitan dengan olahdaya maka ketahanan berkaitan dengan makin besarnya kemampuan (relatif) olahdaya aerobik (kapasitas aerobik pada waktu itu) dan rendahnya olahdaya anaerobik yang sedang berlangsung (berat olahraga yang dikukan), sedangkan kelelahan berkaitan dengan makin tingginya olahdaya anaerobik yang sedang berlangsung

dan rendahnya kemampuan (relatif) olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) yang dimiliki.

1. Kejadian kelelahan dan hubungannya dengan olahdaya adalah sebagai berikut: Kerja/olahraga adalah hasil dari olahdaya anaerobik yang meninggi yang segera diikuti meningkatnya olahdaya aerobik. Meningkatnya olahdaya anaerobik diperlukan untuk menghasilkan daya (energi) yang diperlukan untuk kerja/olahraga itu, tetapi bersamaan dengan itu dihasilkan pula zat “sampah” yang akan menyebabkan terjadinya kelelahan. Meningkatnya olahdaya aerobik adalah untuk mempertahankan kelangsungan kerja/olahdaya anaerobik yang sedang terjadi, oleh karena salah satu cara menghilangkan zat kelelahan ialah dengan proses oksidasi (proses aerobik). Ketidak-mampuan olahdaya aerobik mengimbangi olahdaya anaerobik berakibat terjadinya kelelahan.



Hal itu disebabkan:

- a. olahdaya anaerobik terlalu besar, yang berarti bahwa kerja/ olahraga yang sedang dilakukan adalah terlalu berat,
- b. kemampuan olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) terlalu rendah.

Kemampuan olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) tergantung pada:

2. Kemampuan fungsional ES II, yang terdiri dari sistema:
 - a. darah dan cairan tubuh
 - b. pernafasan
 - c. jantung dan pembuluh darah,
3. Kemampuan sel-sel tubuh menggunakan O₂ secara efisien.

Fungsi ES II ialah :

- a. mengambil O₂ dari udara melalui paru-paru dan mengangkutnya ke sel-sel jaringan, khususnya ke otot-otot yang aktif.
- b. menyingkirkan/ memindahkan CO₂ dan sampah olahdaya lainnya dari otot-otot yang aktif ke hepar dan alat-alat ekskresi.

Dengan demikian fungsi ES II ialah memelihara dan memper-tahankan *homeostasis* untuk mempertahankan kelangsungan kerja/ olahraga (ketahanan fisik fungsional) dengan jalan mencegah kelelahan melalui pemeliharaan dan pemulihan *homeostasis*. Fungsi ES II yang demikian itu tidak hanya diperlukan oleh atlet-atlet cabang olahraga aerobik saja, tetapi juga diperlukan oleh atlet-atlet cabang olahraga anaerobik. Dalam hal terakhir khususnya untuk maksud mempercepat proses pemulihan. Oleh karena itu, adalah kesalahan konsep yang besar bila masih ada pendapat yang mengatakan bahwa atlet-atlet cabang olahraga anaerobik tidak memerlukan latihan aerobik.

Pelatihan “Tenaga Dalam” (Pelatihan Anaerobik Hipoksik, Pelatihan Anaerobik Sistemik)

Pada olahraga konvensional, kondisi pelatihan diciptakan dengan meningkatkan intensitas anaerobik (intensitas olahraga) sampai lebih besar dari kemampuan ES-II untuk memasok O₂ (lebih besar dari kapasitas aerobik), artinya pelatihan harus bersifat *overload*.

Pada pelatihan “Tenaga Dalam” (Satria Nusantara) kondisi pelatihan diciptakan dengan mengurangi pasokan O₂ yaitu dengan mengendalikan/ menahan nafas selama melakukan jurus-jurus latihan. Prinsip pelatihan “Tenaga Dalam” inilah yang dilakukan oleh Perenang-perenang Amerika Serikat tersebut di atas yaitu dengan melakukan renangan

secepat dan sejauh mungkin dengan tetap tinggal di bawah permukaan air, yang dari sudut pandang Ilmu Faal disebut sebagai pelatihan *anaerobik hipoksik*, yaitu pelatihan yang menciptakan kondisi anaerobik sistemik. Tujuan pelatihan ini ialah untuk meningkatkan kapasitas anaerobik.

Demikianlah maka prinsip pelatihan Tenaga Dalam ini tentu dapat di transfer ke pelatihan-pelatihan olahraga konvensional untuk tujuan meningkatkan kapasitas anaerobik dan dengan meningkatnya kapasitas anaerobic maka kapasitas aerobic dapat ditingkatkan lebih lanjut.

Meningkatnya kapasitas anaerobik berarti juga meningkatnya anaerobic *endurance* dan ini berarti atlet menjadi lebih mampu melakukan lebih banyak gerakan-gerakan *explosive maximal* yang sangat diperlukan seperti misalnya pada cabang olahraga bulutangkis, sepak bola, bolabasket dan sejenisnya, dan tentu saja akan sangat bermanfaat untuk melakukan *sprint akhir* pada lari jarak jauh.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- a. Kontraksi otot (gerak) hanya akan terjadi oleh adanya daya yang dihasilkan melalui mekanisme olahdaya anaerobik.
- b. Intensitas gerak, yang adalah intensitas anaerobik, menunjukkan besar tuntutan (*demand*) akan O₂.
- c. Olahdaya aerobik berfungsi memenuhi tuntutan akan O₂, artinya memasok O₂ sesuai kebutuhan, sekaligus membuang sampah dan memulihkan kondisi otot akibat adanya olahdaya anaerobik.
- d. Olahdaya anaerobik tidak pernah lebih kecil dari pada olahdaya aerobik, kecuali pada pemulihan.
- e. Selama intensitas anaerobik (intensitas Olahraga) masih di bawah kapasitas aerobik, olahraga dapat dilakukan dalam kondisi mantap (*true steady state*) dan olahraga dapat dilakukan dalam durasi yang panjang.
- f. Olahraga dengan intensitas dibawah VO₂ max. tidak mungkin dapat meningkatkan VO₂ max.
- g. Untuk meningkatkan VO₂ max., olahraga harus mencapai kondisi pelatihan yaitu intensitas olahraga (anaerobik) harus lebih besar dari pada VO₂ max., artinya melakukan olahraga secara *overload* serta dengan durasi yang adekuat untuk olahraga aerobik.
- h. Untuk dapat mencapai kondisi peatihan, kapsitas anaerobik yang dimiiki harus besar
- i. Bila kondisi pelatihan tercapai, maka kadar asam laktat di dalam darah mencapai ≥ 4 mMol/L.
- j. Tujuan pelatihan adalah meningkatkan BKM primer (Kapasitas anaerobik yang merupakan modal/ kemampuan kerja awal) dan BKM sekunder (Kapasitas aerobik yang merupakan modal/ kemampuan kerja penunjang).
- k. Sasaran pelatihan adalah:
 - a. Ergosistema I dalam hal ini sel-sel otot sebagai pelaksana gerak/ kerja
 - b. Ergosistema II lokal maupun sistemik sebagai penunjang/ pemelihara gerak/kerja sel-sel otot.
- l. Kapasitas anaerobik yang lebih besar memungkinkan orang melakukan kerja dengan intensitas yang lebih besar.
- m. Kapasitas aerobik yang lebih besar memungkinkan orang melakukan kerja dengan durasi yang lebih panjang.
- n. Pelatihan adalah sangat spesifik, artinya untuk meningkatkan kemampuan anaerobik harus melalui pelatihan khusus anaerobik, demikian pula untuk meningkatkan

kemampuan aerobik harus melalui pelatihan khusus aerobik.

- o. Hakekat fisiologik pelatihan anaerobik hipoksik adalah intensifikasi dari pelatihan anaerobik sistemik untuk efisiensi pencapaian kapasitas anaerobik yang lebih baik.

2. Saran

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil telaahan di atas ialah:

- a. Setiap Olahragawan harus mempunyai/mengembangkan kapasitas anaerobik yang besar agar mampu memperagakan olahraga dengan intensitas yang tinggi.
- b. Setiap Olahragawan harus mempunyai/mengembangkan kapasitas aerobik yang besar agar mampu memperagakan olahraga dengan durasi yang lebih panjang, menghemat pemakaian kapasitas anaerobik, dan mampu melakukan pemulihan yang lebih cepat dari kelelahan.
- c. Pola pelatihan anaerobik hipoksik dapat diterapkan pada olahraga konvensional yang manapun, untuk mendapatkan peningkatan kemampuan anaerobik yang lebih baik.
- d. Pelatihan aerobik harus dilakukan secara khusus untuk mencapai tingkat kemampuan yang dibutuhkan.

Daftar Pustaka

- Hogshead, N dan Couzens, G.S. (1991). *Asthma and Exercise*, Hendry Holt and Co., 1st Owl Book Ed.
- Karpovich, P.V. and Sinning, W.E. (1971). *Physiology of Muscular Activity*, Seventh Edition, W.B.Saunders Co., Philadelphia – London – Toronto.
- Maryanto, Anshari, S.E. dan Giriwijoyo, Y.S.S. (1993). *Seni Beladiri Tenaga dalam Satria Nusantara*, WiraRipta Program, Bandung, cetakan IV.
- Giriwijoyo, Y.S.S. (1997). *Pelatihan Anaerobik-hipoksik (Pelatihan Tenaga Dalam) pada Olahraga prestasi, Bandung: Makalah pada Konferensi Nasional Pendidikan Jasmani dan Olahraga*.
- Giriwijoyo, H.Y.S.Santosa. (2007). *Ilmu Faal Olahraga, Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga*, Edisi 7.

Penulis:

1. H.Y.S. Santosa Giriwijoyo, Prof. Emeritus, Drs Physiol., Drs Med., Dokter, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI) Komisariat Kota Bandung.
2. Dikdik Zafar Sidik, Sarjana Pendidikan Olahraga, Magister Pendidikan Olahraga, Doktor Pendidikan Olahraga, Tenaga pengajar di Jurusan/Prodi Pendidikan Keperawatan Olahraga (PKO FPOK UPI), dalam bidang keahlian Atletik dan Pelatihan fisik.
3. Sagitarius, S.Pd. Tenaga pengajar di Jurusan/Prodi Pendidikan Keperawatan Olahraga (PKO FPOK UPI), dalam bidang keahlian Pelatihan cabang olahraga Karate.

-ooo0ooo--