

Kontribusi Sistem Respirasi terhadap VO_2 Maks

Studi Korelasional Pada Atlet Berbagai Cabang Olahraga di Surakarta

Muchsin Doewes *, Kiyatno** , Suradi***

Abstract

Background : Multifactorial influence on VO_2 max e.g respiratory, cardiovascular, O_2 transport and tissue-biochemical system. The purpose of this study to explore contributinal respiratory system to VO_2 max on variety of sport.

Method : The study were done from June to August 2008 among 155 sport athletes of 7 sport fields using simple random sampling based on minimal sample size. There are 85 athletes met the defined inclusive and exclusive criterion who were measured accordingly with; (1) spirometric, tidal volume (2) hemoglobin concentration with cyanmethemoglobine measured (3) Astrand Step Test, VO_2 max followed by (4) pulsmeter heart rate determination. Data analysis were done by regression and ANAVA.

Results : The results shows that contributinal levels of respiratory, O_2 transport and cardiovascular system are 12,32%; 36,97% and 45,51% accordingly.

Conclusions : The respiratory contributinal levels is under the contributinal levels of cardiovascular or O_2 transport system.

Keywords : VO_2 , cardiovascular, O_2

PENDAHULUAN

Pencapaian prestasi puncak dalam bidang olahraga merupakan upaya yang kompleks karena dipengaruhi banyak faktor. Tersedianya energi yang cukup merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan seorang atlet dalam mencapai prestasi puncak.¹

Energi yang siap pakai dalam tubuh adalah adenosin tripospat (ATP), yang jumlahnya sangat terbatas.² Agar kerja dapat berkesinambungan perlu resintesis ATP melalui proses metabolisme aerob maupun anaerob. Pembentukan ATP secara aerob dipengaruhi oleh sistem respirasi, sistem kardiovaskuler, sistem pengangkut oksigen (kadar hemoglobin) dan sistem biokimiawi dalam jaringan.^{3,4} Salah satu parameter yang dipakai untuk mengukur kapasitas fungsional sel adalah volume oksigen maksimal (VO_2 maks).^{5,6} Oksigen diambil dari udara atmosfer untuk dikonsumsi oleh mitokondria melalui mekanisme distribusi yang melibatkan berbagai macam sistem tubuh. Pintu paling depan adalah sistem respirasi yang menangkap oksigen dari atmosfer, kemudian diangkut oleh sistem pengangkut oksigen menuju sel, terutama oleh hemoglobin. Untuk mencapai sel dalam tubuh, sistem kardiovaskuler berfungsi memompa darah (oleh jantung) dan melalui pembuluh darah akhirnya darah yang membawa oksigen mencapai sel. Ekstraksi oksigen oleh sel dari darah dipengaruhi faktor biokimiawi jaringan.^{6,7}

Keterlibatan sistem tubuh yang paling dominan untuk meningkatkan VO_2 maks pada berbagai macam cabang olahraga sampai saat ini belum pernah dilaporkan. Dengan mengukur beberapa indikator yang mencerminkan fungsi dari berbagai sistem tubuh yang terlibat dalam meningkatkan VO_2 maks (seperti sistem respirasi, sistem kardiovaskuler, sistem pengangkut oksigen), maka seberapa besar kontribusi dari masing-masing sistem tubuh terhadap VO_2 maks dapat diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi sistem tubuh, utamanya sistem respirasi terhadap VO_2 maks pada atlet berbagai cabang olahraga di Surakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *deskriptif korelasional*, dilakukan di daerah Kotamadya Surakarta selama bulan Maret sampai Juni 2008. Populasi terdiri dari para atlet tujuh cabang olahraga, yaitu : renang (Tiara Tirta), sepak bola (Al Islam), bola basket (Bhineka-Sritex), bulutangkis (PMS), bola voli (Vita), tenis meja (Dwi Bengawan), tenis lapangan (Soba) dengan jumlah atlet 155 orang. Pengambilan sampel secara acak sederhana sebanyak 54,8% dari 155 atlet = 85 atlet, yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah pria, sehat pada pemeriksaan fisik, berat badan antara 40-100 kg,

Tabel 5. Sumbangan efektif volume tidal (SE_{x1}), kadar hemoglobin (SE_{x2}) dan frekuensi denyut jantung/menit (SE_{x3}) terhadap VO₂ maks (Y) pada berbagai cabang olahraga

Olahraga	SE X ₁	SE X ₂	SE X ₃
Renang	34,67	14,19	43,91
Sepak bola	24,40	29,11	45,44
Bulu tangkis	27,24	50,59	10,75
Bola volly	11,66	45,00	39,95
Tenis	18,00	16,41	31,3
Tenis meja	12,99	3,77	81,5
Bola basket	12,60	20,34	67,8

SE volume tidal terhadap VO₂ maks (SE_{x1}) paling besar pada atlet olahraga renang sebesar 34,67% diikuti atlet olahraga bulutangkis sebesar 27,24% dan paling kecil atlet olahraga bola volly sebesar 11,66%. SE kadar hemoglobin terhadap VO₂ maks (SE_{x2}) paling besar pada atlet olahraga bulutangkis sebesar 50,59% diikuti olahraga bolavolly sebesar 45% dan paling kecil tenis meja sebesar 3,77%. SE frekuensi denyut jantung per menit terhadap VO₂ maks (SE_{x3}) paling besar pada atlet olahraga tenis meja sebesar 81%, diikuti bola basket sebesar 67,8% dan paling kecil bulu tangkis sebesar 10,75%.

PEMBAHASAN

Hubungan antara volume tidal dengan VO₂ maks.

Persamaan regresi sederhana antara volume tidal dengan volume oksigen maksimal adalah $Y-G = -84.5 + 0.220 X1-G$. Dari hasil pengujian signifikansi diperoleh hasil $F_0 = 349.49 > F_{tab} = 3.96$ ($F_{tab} 95:1.83$) yang berarti secara statistik regresi signifikan. Dari persamaan tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila variabel volume tidal dan volume oksigen maksimal diukur dengan instrumen yang sama dengan yang digunakan dalam penelitian ini maka setiap perubahan volume tidal sebesar satu unit akan meningkatkan volume oksigen maksimal sebesar 0.220 unit pada arah yang sama, dengan konstanta -84.5. Otot memerlukan suplai energi yang lancar dan stabil secara berkesinambungan untuk menghasilkan daya yang diperlukan selama aktivitas fisik dalam waktu yang lama. Untuk mencukupi kebutuhan udara ventilasi ini, dengan jalan meningkatkan frekuensi respirasi untuk orang yang tidak terlatih dan meningkatkan volume tidal untuk atlet.^{8,9,10} Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat di atas, apabila dilihat dari rata-rata volume tidal dari atlet yang diteliti sebesar 670 ml sedangkan menurut penelitian Pneumobile di Indonesia volume tidal orang sehat bukan atlet berkisar antara 400-600ml.¹¹ Menurut

Foss.⁷ gerakan respirasi ini terutama dilakukan oleh otot-otot diafragma sebesar 75% dan volume paru dapat meningkat 4-15% terutama pada atlet renang dan atlet enduran. Karena diafragma terdiri atas otot rangka maka tidak dapat dilepaskan dari aspek kekuatan kontraksi (*muscle strength*), daya ledak otot (*power*) dan daya tahan otot (*muscle enduran*). Ketiga aspek itu dapat ditingkatkan melalui latihan fisik. Tinggi badan dan luas permukaan tubuh juga sangat berpengaruh terhadap volume paru.^{3,4}

Sumbangan efektif volume tidal terhadap VO₂ maks.

Sumbangan efektif merupakan ukuran seberapa besar kontribusi suatu prediktor (volume tidal) terhadap keseluruhan efektivitas garis regresi yang digunakan sebagai dasar prediksi (VO₂ maks). Uji statistik sumbangan efektif volume tidal terhadap volume oksigen maksimal pada penelitian ini sebesar 12,32%. Sumbangan efektif volume tidal terhadap cabang olahraga paling besar pada olahraga renang (34,67%), diikuti bulu tangkis (27,24%). dan yang paling kecil bola voli (11,66%)

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa dari 85 atlet rerata volume tidal sebesar 670 ml dengan SD 41,3, volume tidal paling rendah 600 ml dan paling tinggi sebesar 750 ml. Dilihat dari distribusi dalam berbagai cabang olahraga, rerata volume tidal paling tinggi pada cabang bulu tangkis sebesar 711,6 ml dan paling rendah pada cabang olahraga tenis meja sebesar 640,8 ml. Dari tabel 4 terlihat hubungan positif antara volume tidal (X1-G) dengan volume oksigen maksimal (Y-G) dengan koefisien korelasi sederhana sebesar 0,898, koefisien determinasi 0,808.

Dari berbagai cabang olahraga yang diteliti, olahraga renang mempunyai gerakan-gerakan khusus untuk memperkuat otot-otot respirasi, baik otot-otot dinding dada maupun diafragma sehingga akan meningkatkan kekuatan dan efisiensi otot-otot respirasi yang pada akhirnya mengurangi volume residual dan meningkatkan ventilasi alveoler.¹² Hasil penelitian menunjukkan rerata volume tidal atlet renang cukup tinggi yaitu 709,2 ml menduduki urutan kedua setelah atlet bulu tangkis, walaupun tinggi badan atlet renang cukup rendah dibanding atlet olahraga yang lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap tujuh cabang olahraga (N = 85) ditarik kesimpulan sebagai berikut :

tercatat dan masih aktif dalam klub dan bersedia menjadi sampel penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi tidak bersedia menjadi sampel. VO_2 maks diukur dengan *Astrand Step Test*, volume tidal diukur dengan spirometer, kadar hemoglobin diukur dengan metode *cyanmethemoglobine*, denyut jantung diperiksa dengan pulsmeter pada jari tengah tangan kiri segera setelah steptest berakhir. Pengumpulan data dilakukan secara observasi, pembacaan dokumen dan wawancara. Analisis data menggunakan analisis Varians dan regresi dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL

Tabel 1. Hasil pengukuran volume tidal, kadar hemoglobin, frekuensi denyut jantung/menit dan VO_2 maks.

Variabel	N	Rerata	SD	Minimal	Maksimal
Volume tidal	85	670,00	41,32	600,00	750,00
Kadar Hb	85	15,68	0,69	14,40	17,00
Frek.denyut jantung	85	132,75	9,49	122,00	160,00
VO_2 maks	85	63,17	10,13	32,70	88,00

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa dari 85 atlet yang diperiksa, rerata volume tidal 670 ml, SD 41,32. Volume tidal paling rendah 600 ml dan paling tinggi 750 ml. Kadar hemoglobin rerata 15,68 gr%, SD 0,69. Kadar hemoglobin terendah 14,40 gr% dan tertinggi 17 gr%. Frekuensi denyut jantung per menit rerata 132,75 kali, SD 9,49. Frekuensi denyut jantung per menit terendah 122 kali dan tertinggi 160 kali. VO_2 maks rerata 63,17 ml/kg bb/menit, SD 10,13. VO_2 maks terendah 32,70 ml/kg bb/menit dan tertinggi 88 ml/kg bb/menit.

Tabel 2. Hasil pengukuran VO_2 maks (ml/kgbb/menit) pada berbagai cabang olahraga.

Variabel	Renang	Sepak bola	Bola basket	Bulu tangkis	Bola voli	Tenis meja	Tenis lapangan
VO_2 maks							
Rerata	73,91	58,06	65,66	72,80	60,95	54,61	57,58
SD	6,13	8,45	8,24	3,87	4,26	11,77	5,57
Minimal	64,70	43,90	44,40	67,30	54,10	32,70	49,20
Maksimal	88	71,60	73	80,40	67,20	76,9	66,20

Dari tabel 2 dapat dibaca rerata VO_2 maks (ml/kgbb/menit) paling tinggi pada atlet renang (73,91) disusul berturut-turut atlet bulu tangkis (72,80), atlet bola basket (65,66), atlet bola voli (60,95), atlet sepak bola (58,06), tenis lapangan (57,58) dan paling rendah atlet tenis meja (54,61).

Tabel 3. Hasil pengukuran volume tidal (ml) pada berbagai cabang olahraga.

Variabel	Renang	Sepak bola	Bola basket	Bulu tangkis	Bola voli	Tenis meja	Tenis lapangan
Vol. Tidal							
Rerata	709,2	646,87	680	711,67	660	640,8	647,27
SD	46,4	29,15	32,37	19,46	17,89	40,8	21,02
Minimal	620	600	600	700	650	600	620
Maksimal	750	700	700	750	700	750	680

Dari tabel 3 dapat dibaca rerata volume tidal (ml) tertinggi pada atlet bulu tangkis (711,67) disusul berturut-turut atlet renang (709,2), atlet bola basket (680), atlet bola voli (660), atlet tenis lapangan (647,27), atlet sepak bola (646,86) dan paling rendah atlet tenis meja (640,8).

Tabel 4. Analisis varians dan regresi sederhana hubungan antara volume tidal (X1-G) dengan VO_2 maks (Y-G)

Persamaan regresinya adalah: $Y-G = -84,5 + 0,220 X1-G$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	P
Constant	-84.495	7.914	-10.680	0.00
X1-G	0.22040	0.01179	18.69	0.00
$S=4.464$ R-sq = 80.8% R-sq(adj) = 80.6%				

Analisis Varians

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	6965.7	69.65.7	349.49	0.000
Error	83	1654.2	19.9		
Total	84	8619.9			

Durbin-Watson statistic = 1.87
Pure error test-F = 3.72 $p=0.0045DF(\text{pure error})=78$
1 rows with no replicates.

Dari tabel 4 di atas, terdapat hubungan positif antara volume tidal (X1-G) dengan VO_2 maks (Y-G) dengan koefisien korelasi sederhana 0.898, koefisien determinasi 0.808. Persamaan regresi sederhana antara X1-G dengan Y-G adalah : $Y-G = -84.5 + 0.220 X1-G$. Dari hasil pengujian signifikansi diperoleh $F_0 = 349.49 > F_{\text{tab}} = 3.96$ ($F_{\text{tab}} 95:1.83$) yang berarti secara statistik regresi signifikan.

Sumbangan relatif (SR) dan sumbangan efektif (SE) volume tidal terhadap VO_2 maks

$$\begin{aligned} \text{SR volume tidal terhadap } VO_2 \text{ maks (SRX1)} &= \frac{b1x1y}{JK(\text{Reg})} \times 100\% \\ &= 13,02\% \\ \text{SE volume tidal terhadap } VO_2 \text{ maks (SEx1)} &= \text{SRx1} \times R^2 \\ &= 12,32\% \end{aligned}$$

Kontribusi sistem respirasi (volume tidal) terhadap VO_2 maks sebesar 12,32% jauh dibawah sistem kardiovaskuler (36,97%) dan sistem pengangkut oksigen (49,29%). Kontribusi sistem respirasi paling besar terdapat pada cabang olahraga renang , diikuti olahraga bulutangkis dan paling kecil pada cabang olahraga bolavolly..

SARAN

Untuk meningkatkan VO_2 maks, olahraga yang dianjurkan harus bersifat komprehensif. Olahraga yang dapat meningkatkan kapasitas fungsional sistem respirasi (olahraga pernapasan), meningkatkan sistem kardiovaskuler (olahraga aerobic) dan memperhatikan sistem pengangkut oksigen (hemoglobin).

DAFTAR PUSTAKA

1. Bompa, O.T. Theory and Methodology of Training. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishing Company:1990.
2. Ardle, Mc. Md. Exercise Physiology Energy, Nutrition and Human Performance. Philadelphia: Lea & Febiger:1981.
3. Ganong, W.F. Review of Medical Physiology. California: Lange Medical Publication:1996.
4. Guyton, A.C. Human Physiology and Mechanism of Disease. Philadelphia: W.B. Saunders Company:1993.
5. Astrand, P.O. and Rodahl, K. Text Book of Work Physiology. 3th ed. New York: Mc. Graw Hill Book Company:1970.
6. Fox, E.L. Sport Physiology. 2th ed. New York: W.B. Saunders Company:1984.
7. Foss, L.M. Physiological Basis for Exercise and Sport. New York: Mc. Graw Hill Book Company:1998.
8. Hasjim Effendi. Fisiologi Kerja dan Olahraga Serta Peranan Tes Kerja Untuk Diagnostik. Bandung: Alumni:1983.
9. Pasiyan, R. Faal Paru Kelompok Olahragawan dan Non Olahragawan. Seminar Ilmiah X IAIFI, Abstrak:1995.
10. Soekarman, R. Energi dan Sistem Energi Predominan Pada Olahraga. Jakarta: Koni Pusat:1991.
11. Alsagaff, H. Mangunnegoro, H. Nilai Formal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS), 1987. Surabaya: Airlangga University:1993.
12. Rushall, Brents. Training for Sport and Fitness. Canada: Sport Science Associates:1993.

