

## SISTEM ENERGI DALAM PERMAINAN BOLAVOLI

*Eka Supriatna<sup>1</sup>*

**Abstrak:** Di lapangan seorang pelatih bolavoli sukar mengukur seberapa besar energi yang sudah dikeluarkan oleh seorang atlet, biasanya penanda yang paling mudah adalah dengan mengukur denyut jantung. Namun tidak cukup sebagai penanda seberapa besar energi yang sudah digunakan, tetapi harus dikaji lebih dalam melalui kajian ilmu faal. Permainan bolavoli merupakan permainan yang memiliki predominan pergerakan yang sangat eksplosive, mengingat aturan permainan menggunakan sistem rally poin seorang pelatih dituntut harus jeli melihat situasi di lapangan ketika dalam suatu pertandingan. Dengan memahami konsep predominan sistem energi, seorang pelatih maupun atlet dapat memanfaatkan dalam menyusun taktik dan strategi. Kita mengenal beberapa macam sistem energi yang berhubungan dengan aktivitas olahraga antara lain; sistem ATP-PC, sistem asam laktat dan sistem aerobik yang semuanya itu sebagai penyedia kebutuhan energi dalam aktivitas olahraga khususnya permainan bolavoli.

**Kata Kunci :** Sistem energi, Permainan Bolavoli

### PENDAHULUAN

Permainan bola voli merupakan olahraga yang menarik dan olahraga terpopuler kedua setelah sepak bola. Dilihat dari sudut pandang ilmu fisiologi olahraga, bahwa permainan bolavoli merupakan sebuah permainan yang memiliki predominan pergerakan yang sangat explosive dalam setiap pergerakannya. System rally poin dengan tempo serangan smash yang dilakukan berulang-ulang dengan intensitas tinggi tetapi juga memiliki kesempatan waktu istirahat untuk memulihkan antar serangan. Lamanya waktu permainan sebagai total waktu selama pertandingan dimana bola berada dalam permainan, biasanya sedikit lebih pendek dari waktu pemulihan (atau beristirahat), yang mungkin didefinisikan sebagai total waktu selama pertandingan di mana bola tidak dalam bermain. Oleh karena itu atlet voli harus mampu menghasilkan energi yang cepat dan juga harus mampu memulihkan energy dengan secepat mungkin dalam mengantisipasi waktu berikutnya.

Permainan bolavoli moderen dengan menggunakan sistem rally rata-rata hanya

---

<sup>1</sup> Eka Spuriatna adalah Dosen Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan – FKIP Universitas Tanjung Pura

sekitar tujuh sampai delapan detik saja, setelah itu akan segera berhenti untuk persiapan servis. Jumlah waktu untuk bermain dan waktu istirahat selama pertandingan (antara bola mati sampai servis, time out, istirahat antar set) satu berbanding tiga. Dengan melihat perbandingan waktu istirahat rally atau bola bermain dalam permainan bolavoli akan membuat permainan bolavoli sama sekali tidak memerlukan kapasitas anaerobik.

Daya tarik permainan bolavoli terletak pada teknik penyerangan dengan spike yang cepat, keras dan menukik. Smash merupakan salah satu teknik dasar dalam permainan bola voli yang sebaiknya dikuasai disamping penguasaan teknik gerak dasar yang lain. Bahkan Permainan bolavoli modern banyak diwarnai dengan kemampuan power-power tinggi. Tidak jarang pemain profesional melakukan jump servis dengan meloncat semaksimal mungkin, memukul bola sekeras mungkin. Setelah bola servis diterima selanjutnya bola diumpangkan, dismes dengan loncatan semaksimal mungkin serta sekeras mungkin memukul bola. Selanjutnya bola smesh dari lawan akan diblok oleh beberapa pemain di depan yang semua berusaha meloncat setinggi mungkin agar kedua tangan dapat menghadang dan mengurung bola, sehingga bola masuk di atas lapangan lawan. Bagi permainan tingkat lanjut penguasaan teknik smash sudah merupakan suatu tuntutan. Lebih jauh lagi dalam konteks permainan tingkat tinggi, smash dikembangkan sebagai cara yang ditempuh untuk mematikan permainan lawan. Mematikan lawan dengan menggunakan pukulan-pukulan smash, sering dipilih sebagai strategi yang paling banyak digunakan untuk memperoleh kemenangan dalam permainan bolavoli. Dengan kata lain pemain sering bergerak dengan penuh explosive dengan penuh kekuatan, dan kecepatan.

Ada beberapa hal yang harus menjadi perhatian pelatih dilapangan sukar mengukur seberapa besar energi yang sudah dikeluarkan oleh seorang atlet voli, biasanya penanda yang paling mudah adalah dengan mengukur denyut jantung dipergelangan tangan. Namun tidak cukup sebagai penanda seberapa besar energi yang sudah digunakan, tetapi harus dikaji lebih dalam melalui kajian ilmu faal.

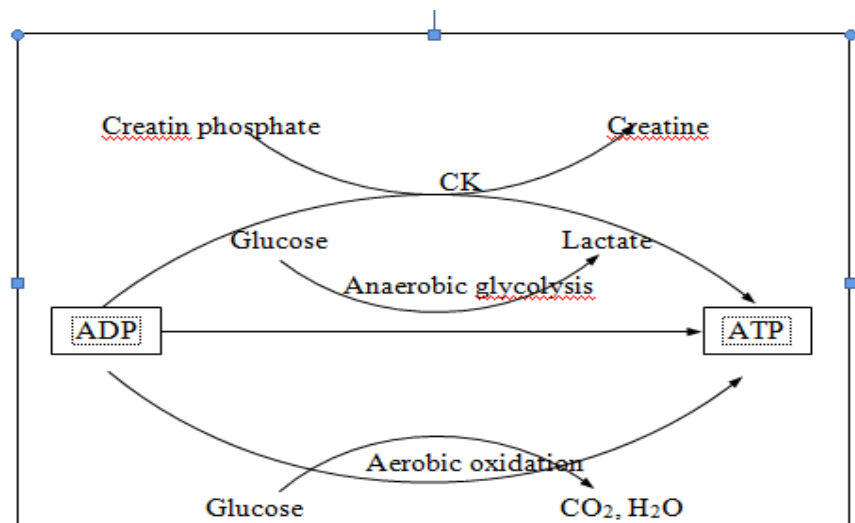
Terdapat tiga proses untuk penggunaan energi dari ATP, yaitu:

## PEMBAHASAN

### A. Sistem ATP-CP (Sistem fosfagen).

Dalam sistem ini resintesis ATP hanya berasal dari satu senyawa yaitu kreatin fosfat (CP). Sistem ATP - CP hanya mampu menyediakan energi untuk aktivitas kurang dari 30 detik. Pada permainan olahraga, sistem energi ATP-CP dapat dilihat hampir pada semua aktivitas seperti: smash, forehand, backhand, stepping atau melangkah, dan service. Semua aktivitas pada permainan olahraga secara dominan dilakukan dengan frekuensi yang tinggi, intensitas yang sangat tinggi dan setiap gerakan dilakukan dengan kecepatan yang tinggi pula dalam waktu yang sangat singkat.

ATP yang tersedia dalam otot sangat terbatas jumlahnya. Kalau kita ingin bahwa otot itu dapat berkontraksi berulang-ulang, maka ATP yang digunakan otot harus dibentuk kembali. Untuk itu diperlukan suatu senyawa yang dapat membentuk ATP dengan cepat. Senyawa tersebut adalah fosfokreatin. Fosfokreatin terdapat juga dalam otot. Oleh karena ATP dan CP mengandung senyawa fosfat (P), maka sistem ini biasanya disebut sebagai sistem fosfagen. Apabila CP pecah akan keluar energi. Pemecahan tersebut tidak memerlukan oksigen. CP ini jumlahnya hanya sedikit, tetapi CP merupakan sumber energi yang tercepat untuk membentuk ATP kembali.



Gambar 1 Jalur pembentukan ATP dalam otot (Mattner, 1988)

#### Sistem ATP-CP atau sistem fosfagen

Tanpa sistem ini gerakan yang cepat dan kuat tidak mungkin dapat dilakukan dengan sempurna, sebab aktivitas semacam itu memerlukan pasokan energi ATP yang

cepat. Sistem fosfagen memenuhi keperluan tersebut karena:

- a. Tidak tergantung pada reaksi kimia yang panjang.
- b. Tidak membutuhkan oksigen.
- c. ATP-CP tertimbun dalam mekanisme kontraktile otot

Energi ini cepat habis, untuk membentuk ATP lagi kalau cadangan CP habis adalah pemecahan glukosa tanpa oksigen yang disebut glikolisis anaerobik.

Proses resintesis ATP oleh CP dapat digambarkan sebagai berikut:

Creatine Kinase

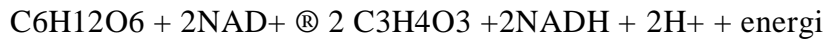
$CP \rightarrow C + Pi + \text{Energi}$ , energi dan fosfat ini digunakan untuk membentuk ATP kembali dari ADP, seperti berikut ini :

$ADP + Pi + \text{Energi} \rightarrow ATP$

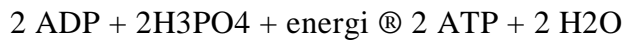
Sistem fosfogen bagi permainan adalah sangat penting, sebab dalam permainan olahraga sebelum adanya ketersediaan oksigen di jaringan tercukupi, pertama kali yang digunakan adalah sistem fosfogen. Demikian juga dengan aktifitas fisik (Olahraga) yang memerlukan gerakan yang cepat seperti pada permainan olahraga dalam waktu yang singkat tentu mengandalkan simpanan fosfogen dalam penyediaan energinya. Tanpa adanya simpanan fosfogen dan sistem pemanfaatan yang baik gerakan yang cepat dengan intensitas tinggi tidak mungkin terjadi. Sebab gerakan yang cepat memerlukan pasokan energi yang cepat pula, hanya melalui sistem fosfogen yang sanggup memenuhinya.

## **B. Sistem glikolisis Anaerobik atau sistem asam laktat.**

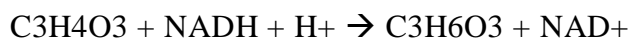
Sistem ini menyediakan ATP dari pemecahan glukosa atau glikogen secara anaerobik. Pada sistem ini mampu menyediakan energi untuk aktivitas 30 detik sampai 1.5 menit. Pada permainan olahraga, setelah cadangan ATP-CP habis dan tidak tersedia oksigen yang cukup, pembentukan ATP masih dapat dilakukan dengan cara pemecahan glikogen, yang sering disebut glikolisis anaerobik. Energi yang dikeluarkan digunakan membentuk ATP kembali dan dihasilkan 2 ATP, dari 1 mol glukosa (180 gram) sebenarnya menghasilkan 4 mole ATP, tetapi 2 mol ATP terpakai pada proses glikolisis anaerobik. Reaksi total alur glikolisis adalah sebagai berikut:



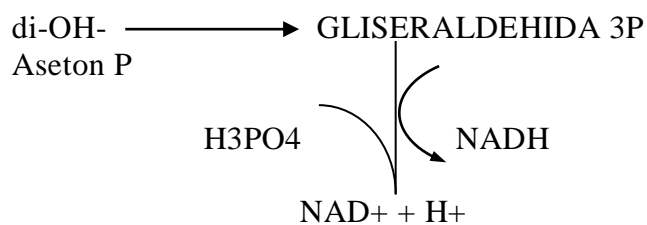
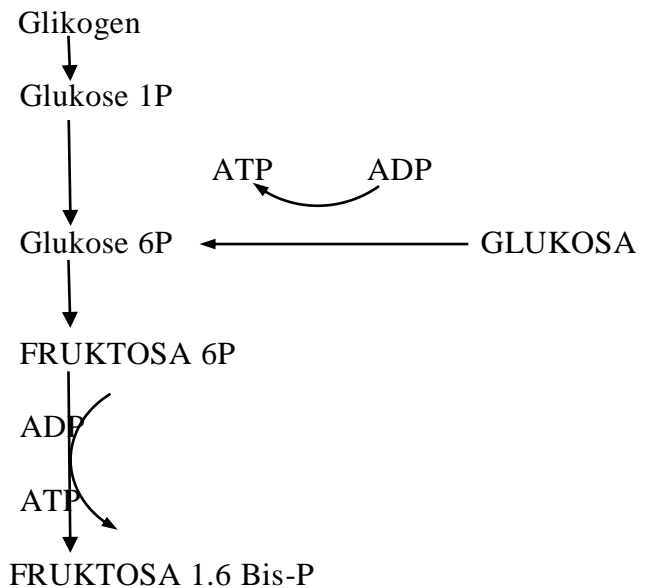
Glukosa                                    asam piruvat



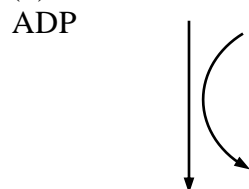
NADH yang terbentuk harus dioksidasi kembali agar glikolisis tidak berhenti. Dalam keadaan cukup oksigen (aerobik) hal ini terlaksana dengan pertolongan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Bila oksigen tidak tersedia dengan cukup (anaerobik) maka NADH akan bereaksi dengan asam piruvat menghasilkan laktat dengan reaksi sebagai berikut:

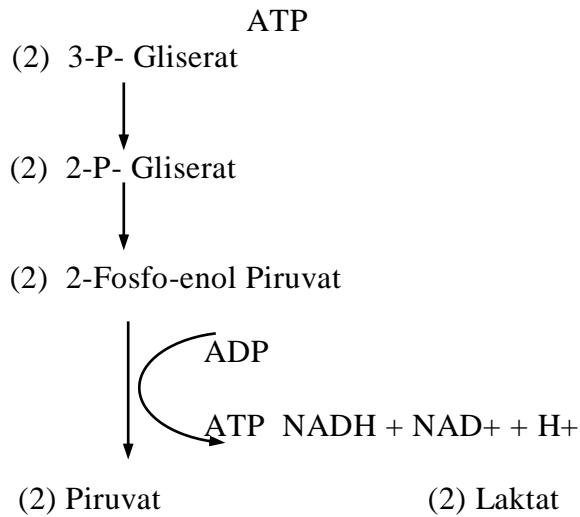


Asam piruvat                                    Laktat



(2) 1.3 bis P-Gliserat





Gambar 2 Glikolisis Anaerobik (Mayes, 1985:187)

Bila laktat yang terbentuk dalam proses ini banyak maka akan mengakibatkan pH dalam otot maupun darah akan rendah. sehingga akan menghambat reaksi kimia yang menimbulkan kelelahan. Seperti halnya sistem fosfagen, glikolisis anaerobik sangat penting bagi kita selama melakukan aktivitas fisik, karena glikolisis anaerobik juga memasok ATP relatif cepat

Sistem glikolisis anaerobik dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Menyebabkan terbentuknya laktat yang dapat menyebabkan kelelahan.
- b. Tidak membutuhkan oksigen.
- c. Hanya menggunakan karbohidrat.
- d. Memberikan energi untuk resistensi 2 ATP untuk setiap mol glukosa .

### **Sistem Oksigen (Sistem Aerobik).**

Sistem ini terdiri dari dua bagian, yaitu glikolisis aerobik dan oksidasi piruvat. Kedua bagian dari sistem ini menggunakan siklus Krebs sebagai alur akhir bersama (final common pathway). Sistem ini mampu menyediakan energi untuk aktivitas lebih dari 3 menit.

Namun, pada permainan olahraga hanya sedikit energi yang diperoleh melalui sistem Aerobik, hal itu disebabkan karena semua aktivitas pada permainan olahraga secara

dominan dilakukan dengan intensitas yang sangat tinggi dan setiap gerakan dilakukan dengan kecepatan yang tinggi pula dalam waktu yang sangat singkat.

### **1. Sistem Energi pada saat istirahat**

Pada saat istirahat kebutuhan energi jauh lebih sedikit dibandingkan pada saat aktivitas fisik. Pada saat istirahat, energi hanya diperlukan untuk mempertahankan fungsi-fungsi tubuh. Misalnya respirasi, peredaran darah, dan metabolisme. Untuk keperluan itu pasokan oksigen sudah tercukupi sehingga sistem energi yang digunakan adalah sistem energi aerobik.

Pada latihan fisik energi yang diperlukan akan bertambah karena di samping untuk mempertahankan fungsi-fungsi tubuh diperlukan tambahan energi untuk latihan itu sendiri. Penambahan energi tersebut dapat dilaksanakan dengan menggunakan sistem energi aerobik maupun anaerobik.

Bila digunakan sistem energi aerobik maka diperlukan penambahan pasokan O<sub>2</sub>, namun penambahan pasokan O<sub>2</sub> ini akan memerlukan waktu, karena memerlukan adaptasi sistem respiratori dan sistem kardiovaskuler. Bila latihan tersebut terjadi dengan intensitas tinggi dan dalam jangka waktu pendek maka peningkatan pasokan O<sub>2</sub> belum terpenuhi sehingga terpaksa digunakan sistem energi anaerobik.

Pada saat istirahat tidak memerlukan gerakan-gerakan yang cepat, sehingga pasokan energi dapat dipenuhi melalui sistem aerobik. Pada saat istirahat kira-kira 2/3 dicukupi dengan pembakaran lemak dan sepertiganya dicukupi dari karbohidrat (Fox, 1988).

### **2. Laktat**

Laktat merupakan intermediate product dari metabolisme glukosa (Mattner, 1988). Laktat merupakan produk akhir dari metabolisme anaerobik, proses ini berlangsung tanpa adanya oksigen. Kadar laktat darah orang sehat dalam keadaan istirahat sekitar 1-1.8 mM/L (Fox, 1988).

Pada permainan olahraga dengan intensitas tinggi otot berkontraksi dalam keadaan anaerobik, sehingga penyediaan ATP terjadi melalui proses glikolisis anaerobik. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kadar laktat dalam darah maupun otot. Ketinggian konsentrasi laktat pada darah dan otot setelah latihan tidak diketahui dengan pasti pada

manusia, diperkirakan mencapai diatas 20 mM/L darah dan 25 mM.Kg-1/berat otot basah, bahkan konsentrasi laktat pada darah dapat mencapai diatas 30 mM/L pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi, sedangkan pada kuda rata - rata mencapai diatas 35 mM/L pada darah dan 25-55 mM/Kg-1 otot basah pada lari dengan kecepatan maksimal pada jarak 620m. Sedangkan pada latihan yang melelahkan selama 5 menit mencapai 200 mg/100 ml (22 mM/L). Laktat yang terbentuk pada waktu latihan fisik yang berat akan masuk kedalam darah dan banyaknya laktat yang masuk sebanding dengan tingginya kadar laktat dalam otot.

Permainan olahraga yang menggunakan intensitas tinggi memerlukan peningkatan pasokan O<sub>2</sub>. Peningkatan pasokan O<sub>2</sub> dapat dicapai melalui penyesuaian sistem respirasi (untuk meningkatkan pemasukan O<sub>2</sub> melalui paru) dan sistem kardiovaskuler (untuk meningkatkan pengangkutan O<sub>2</sub> ke jaringan otot). Penyesuaian ini memerlukan waktu sehingga pada latihan intensitas tinggi, penyesuaian tersebut tidak tercapai selama latihan berlangsung yang selanjutnya berakibat kekurangan pasokan O<sub>2</sub>.

Selama glikolisis anaerobik konsentrasi laktat dalam sel otot meningkat. Peningkatan laktat menurunkan pH dari sel (konsentrasi di dalam sel lebih asam dibanding di luar sel). Enzim-enzim dalam sel sangat sensitif terhadap pH, apabila pH menurun maka kecepatan reaksi dari enzim menurun, sehingga menurunkan kemampuan metabolisme dan produksi ATP. Pada tingkat keasaman tertentu enzim-enzim glikolisis yang sensitif kehilangan daya katalisisnya dan pembentukan ATP melambat atau berhenti. Otot kehabisan tenaga dan berhenti bekerja (Mattner, 1988). Salah satu enzim glikolisis yang terhalang kerjanya akibat rendahnya pH intraseluler adalah fosfofruktokinase (PFK) (Fox, 1988).

Efek yang merugikan dari peningkatan laktat ini akan ditanggulangi dengan dua cara :

- a. Sistem buffer di dalam sel terutama protein di dalam sel untuk mempertahankan keadaan pH darah.
- b. Bila kadar laktat di dalam sel cukup tinggi, laktat akan berdifusi keluar dari sel masuk ke darah, selama aliran darah ke otot yang aktif mencukupi sehingga penumpukan laktat dalam sitosol dapat dicegah.



Laktat yang masuk ke dalam darah selanjutnya akan digunakan :

- a. Untuk di oksidasi dalam sel -sel otot aerobik dalam tubuh yaitu : sel otot yang kurang aktif seperti misalnya otot lengan selama bersepeda, atau pada pemain sepak bola, serta otot yang mengandung banyak mitokondria dan pembuluh darah kapiler (otot yang banyak mengandung serat "slow twitch"). Laktat tersebut akan dirubah menjadi asam piruvat yang kemudian masuk ke siklus Krebs untuk dioksidasi secara aerobik.
- b. Untuk diresintesis menjadi glukosa melalui proses enzimatik yang disebut glukoneogenesis terutama dalam sel hati.

## **KESIMPULAN**

Singkatnya, atlet voli menghasilkan energi untuk kontraksi otot yang kuat terutama melalui sistem ATP-CP dan glikolisis anaerobik. Program latihan harus dirancang untuk meningkatkan sistem energi ini. Selain itu, pemain voli harus memiliki tingkat daya tahan aerobik untuk memastikan pemulihan yang tepat antara set. Memang, perubahan aturan baik indoor dan voli pantai tampaknya telah meningkatkan kemampuan untuk produksi energi yang cepat. Ditinjau secara utama dan keseluruhan, olahraga menggunakan sistem energi anaerobik yang berasal dari ATP-PC sebesar 70 %. Sistem ATP - CP hanya mampu menyediakan energi untuk aktivitas kurang dari 30 detik. Pada permainan bolavoli, sistem energi ATP-CP dapat dilihat hampir pada semua aktivitas seperti: Smash, Blok, Jump servis. Semua aktivitas pada permainan olahraga secara dominan dilakukan dengan frekuensi yang tinggi, intensitas yang sangat tinggi dan setiap gerakan dilakukan dengan kecepatan yang tinggi pula dalam waktu yang sangat singkat.

Pada permainan bolavoli, setelah cadangan ATP-CP habis dan tidak tersedia oksigen yang cukup, pembentukan ATP masih dapat dilakukan dengan cara pemecahan glikogen, yang sering disebut glikolisis anaerobik. Sistem ini menyediakan ATP dari pemecahan glukosa atau glikogen secara anaerobik. Pada sistem ini mampu menyediakan energi untuk aktivitas 30 detik sampai 1.5 menit.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Brooks GA and Fahey TD,1987.Exercise Physiology : Human bioenergetics and its applications, New York: John Willey & Sons.

Fox EL,1988. The Physiological basis of physical education and athletics. Souders College Publishing.

Mattner DR,1988. Physiology of Exercise. Second Edition , New York: Mc Millan Pub Company.

Soekarman, 1991. Energi dan system energy predominan pada olahraga, Jakarta : KONI Pusat.