

JORPRES

Jurnal Olahraga Prestasi



ISSN 0216-4493



JURUSAN PENDIDIKAN KEPELATIHAN
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

ISSN 0216-4493

JORPRES

(JURNAL OLAHRAGA PRESTASI)
CITIUS – ALTIUS – FORTIUS
Volume 2, Nomor 2, Juli 2006

Daftar Isi

Agung Sunarno	Kondisi Fisik Atlet Program Pembinaan Insentif KONI Sumatera Utara Tahun 2005	125 - 143
Cik Den Patra	Faktor Psikologis Yang Berpengaruh Terhadap Pencapaian Prestasi Olahraga.....	144 - 159
Heri Purwanto	Peranan Kecepatan Lari, Kekuatan Otot Tungkai, Panjang Tungkai Pada Prestasi Lompat Jauh	160 - 170
Sukadiyanto	Peranan Intelektensi Dalam Permainan Tennis Lapangan	171 - 188
Putut Marhaento	Pencegahan Cedera Pada Olahraga (Sebuah Konsepsi Biomekanika)	189 - 198
Herwin	Optimalisasi <i>Stretching</i> Dalam <i>Warming Up</i> Meningkatkan Latihan Fleksibilitas	199 - 221
Dedy Sumiyarsono	Serangan Kilat (<i>Fast Break</i>) Untuk Memecahkan Pertahanan Daerah Dalam Permainan Bolabasket	222 - 235
Danardono	Sejarah, Etika, dan Filosofi Seni Beladiri Karate.....	236 - 250

PENCEGAHAN CEDERA PADA OLAHRAGA **(Sebuah Konsep Biomekanika)**

Oleh :

Putut Marhaento

Dosen Jurusan Pendidikan Keperawatan Olahraga FIK UNY

ABSTRAK

Pada semua kegiatan olahraga yang melibatkan adanya tumbukan, akan selalu ada kemungkinan terjadi cedera. Baik tumbukan atau benturan itu terjadi antara atlet dengan atlet maupun antara atlet dengan peralatan-peralatan yang dipergunakan. Untuk mengatasi kemungkinan terjadinya cedera selama melakukan olahraga, ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain meningkatkan kualitas fisik, meningkatkan kualitas teknik, dan memilih peralatan olahraga yang telah memenuhi standar. Berkaitan dengan usaha meningkatkan kualitas teknik maupun memilih peralatan yang tepat, diperlukan pengetahuan tentang dasar-dasar biomekanika olahraga. Dengan memahami kaidah-kaidah tersebut para pelaku olahraga dapat menganalisis setiap gerak yang dilakukan secara tepat dan cermat sehingga akan diperoleh efisiensi gerak yang cukup tinggi. Sesuai dengan konsepsi biomekanika, upaya pencegahan cedera bila terjadi benturan sewaktu berolahraga dapat diperkecil dengan cara menyerap energi kinetiknya, memperluas permukaan tubuh, dan dengan cara mengeper.

Kata Kunci : Pencegahan, cedera olahraga

Pada kegiatan olahraga sering dijumpai adanya benturan, baik yang bersifat keras maupun halus, yang memungkinkan terjadinya cedera pada bagian-bagian tubuh yang ikut terlibat dalam benturan tersebut. Meski bentuk tulang dan konstruksi kerangka manusia telah dipersiapkan agar tubuh tidak mudah cedera, seperti adanya tulang rawan yang menyelimuti permukaan sendi yang bersifat elastis dan dapat berubah bentuk, serta adanya jaringan otot yang mampu menahan dan mengatur gerakan agar menjadi halus serta mampu menetralkan pengaruh benturan yang berat, tetapi karena tingginya frekuensi benturan pada kegiatan olahraga maka diperlukan teknik-teknik tertentu agar besar/daya dorong dapat dimanipulasi. Untuk

mengurangi kemungkinan terjadinya cedera merupakan tugas dan tanggung jawab guru-guru pendidikan jasmani, pelatih-pelatih olahraga dan produser-produker alat-alat olahraga. Walaupun frekuensi cedera itu tidak akan pernah hilang sama sekali, tetapi pada dasarnya dapat dikurangi melalui perbaikan desain alat-alat olahraga, meningkatkan dan memelihara kondisi fisik yang tepat serta meningkatkan kualitas proses berlatih melatih. Oleh karenanya pemahaman konsep-konsep dasar biomekanika yang berhubungan dengan gaya, impact, penyerapan gaya, energi kinetik, pantulan, keseimbangan, dan range of motion setiap persendian, perlu dimiliki oleh semua orang yang terkait dalam kegiatan olahraga, karena semua itu merupakan hal yang sangat penting dalam pencegahan cedera.

Pemahaman terhadap prinsip-prinsip biomekanika yang diterapkan pada struktur dan fungsi tubuh manusia, sangat penting bagi para guru dan pelatih olahraga untuk mendapatkan cara-cara yang paling efektif untuk menahan gaya pada saat tumbukan, prosedur pemeliharaan keseimbangan yang dinamis dan teknik-teknik untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cedera pada waktu berolahraga. Disamping itu mereka juga akan dapat memperkirakan kualitas penyerapan terhadap gaya pada alat-alat pelindung dan sebagai akibatnya dapat mengambil keputusan secara tepat pada waktu membeli peralatan-peralatan olahraga.

PEMBAHASAN

Tumbukan yang dalam bahasa inggris disebut impact, berasal dari bahasa latin impingeri, yang berarti saling menekan (Lutgens, 1992:617). Dalam kamus Oxford Advanced Learner's, Impact didefinisikan "force exerted by one object when striking against another (Hornby, 1981:424). Sedangkan Krause (1975:430) mengartikan "contact between two objects in relative motion". Dengan demikian tumbukan dapat diartikan gaya singgung dari benda-benda yang bertumbukan.

Pada aktivitas olahraga tumbukan dapat berawal dari dalam tubuh, misalnya sewaktu mendarat dari ketinggian tertentu, atau mungkin berasal dari luar tubuh misalnya pada saat menangkap bola. Oleh karena pada saat bertumbukan benda atau tubuh tersebut

cenderung untuk mempertahankan kecepatan dan arah geraknya, maka salah satu masalah utama yang perlu mendapat perhatian adalah bagaimana menyerap gaya-gaya itu, sehingga tidak menimbulkan cedera pada saat terjadi tumbukan.

Energi Kinetik dan Momentum Linier

Sesuai dengan hukum I Newton tentang Kelembaman, penerapan gaya mutlak diperlukan untuk memberi dorongan kepada suatu benda atau untuk membuat benda itu bergerak. Sesudah benda itu bergerak, benda tersebut memiliki tenaga kinetik yang disebabkan oleh geraknya. Besarnya energi kinetik suatu benda berbanding lurus dengan massa dan kecepatannya, hubungan ini biasa ditulis dengan formula :

$$Ek = \frac{1}{2} m v^2$$

Dimana Ek = energi kinetik dalam Kg m²/dt²

m = massa dari suatu benda dalam kg

v = kecepatan benda dalam m/det.

dan bila benda ini berhenti, benda ini tidak lagi memiliki energi kinetik.

Untuk menyerap energi kinetik suatu benda yang sedang bergerak, dibutuhkan sejumlah usaha atau kerja yang besarnya sama dengan energi kinetik dari benda tersebut. Usaha yang dilakukan besarnya sama dengan hasil kali gaya dengan jauhnya benda itu bergerak atau $W = F \cdot s$.

Dimana W = Usaha atau kerja dari suatu benda

F = gaya kg m/det²

s = perpindahan titik tangkap gaya dalam meter.

Dari rumus $F \cdot s = \frac{1}{2} m v^2$ menjelaskan bahwa untuk menyerap tenaga kinetik suatu benda diperlukan gaya yang cukup besar bila panjang lintasan selama gaya itu bekerja diperpendek. Sebaliknya semakin panjang lintasannya, semakin berkurang gaya yang diperlukan untuk menyerap tenaga kinetik suatu benda yang sedang bergerak.

Hukum kedua Newton menyatakan : Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada sebuah benda berbanding

lurus dengan besar gaya itu, searah dengan gaya itu, dan berbanding terbalik dengan massa kelebamannya.

$$a = F/m \text{ atau } F = m \cdot a$$

dimana a = percepatan suatu benda m/det^2

$$F = \text{gaya kg m/det}^2$$

$$m = \text{massa dalam kg}$$

Dengan cara substitusi dapat diketahui bagaimana momentum dari suatu benda dan gaya yang diterapkan dihubungkan. Karena percepatan tidak lain adalah perubahan kecepatan pada satu satuan waktu tertentu, maka hukum ke dua Newton

$$F \cdot t = m \cdot a, \text{ berubah menjadi } F = \frac{mv_2 - mv_1}{t}$$

Perubahan momentum suatu benda adalah momentum akhir dikurangi momentum awal yang dimiliki oleh suatu benda sebelum ada gaya yang diterapkan. Dari persamaan di atas dapat dilihat pula bahwa momentum akan berubah dengan segera sebanding dengan penerapan gaya, juga dapat dikatakan semakin lama gaya tersebut dikenalkan, semakin kecil gaya yang diperlukan untuk mengubah momentumnya.

Dengan kata lain gaya kecil yang diterapkan dalam periode waktu lama akan menghasilkan perubahan momentum yang sama seperti gaya besar diterapkan dalam periode waktu pendek. Oleh karena itu hukum percepatan Newton di atas dapat diubah menjadi :

$$F \cdot t = mv_2 - mv_1$$

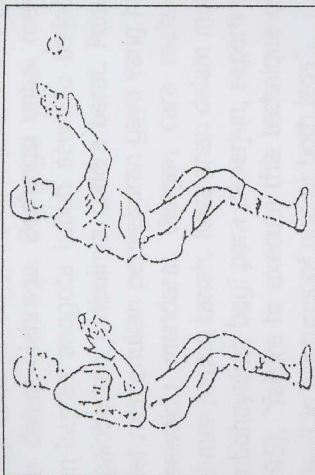
dimana F = gaya

$$t = \text{waktu selama gaya diterapkan}$$

$$mv_2 = \text{momentum akhir}$$

$$mv_1 = \text{momentum awal}$$

untuk menyatakan perubahan momentum suatu benda. Persamaan tersebut dikenal sebagai "Persamaan Impuls Momentum", dimana $F \cdot t$ adalah impuls yang diterima oleh suatu benda untuk mengubah kuantitas geraknya. Semakin besar momentum benda semakin besar impuls yang diperlukan untuk mempercepat, memperlambat atau mengubah arahnya.



Gambar 1: Mengurangi gaya untuk menghindari cedera dengan cara meredam kecepatan bola

Itulah sebabnya bila seorang atlet hendak menangkap bola yang berkecepatan tinggi, caranya adalah ke dua lengan harus diluruskan ke depan dan sesaat setelah tangan menyentuh bola, lengan segera di tarik ke belakang mengikuti arah lintasan bola. Demikian pula, bila seorang atlet harus jatuh atau mendarat dari ketinggian tertentu setelah melakukan lompatan, maka persendian kaki, lutut maupun pinggul harus melakukan gerak flexi atau setelah tubuh menyentuh lantai atau matras, tubuh berguling-guling sampai berhenti. Perpanjangan lintasan sesaat setelah tumbukan, juga terjadi bila tubuh atau kepala petinju sedang menghindari untuk mengurangi besarnya benturan, cara tersebut selain berfungsi untuk menghindar berguna pula untuk memperpanjang lintasan pukulan sesaat setelah tumbukan, agar besarnya kekuatan pukulan berkurang. Perpanjangan lintasan ini dalam bahasa olahraga biasa disebut dengan **recoiling**.

Tekanan

Lutgens (1992 : 617), menyatakan tekanan yang dimiliki oleh suatu benda pada saat tumbukan sebagai berikut : "the pressure that any part of body must absorb is inversely proportional to the area over which the force is applied". Sedangkan Charles Simonian (1981:41), mengatakan bahwa besarnya tekanan akibat tumbukan ialah :

$$\text{Pressure} = \frac{\text{total force}}{\text{area of contact}}$$

The units are in Newton per square meter (N/m^2) or pascals. The force is component acting perpendicularly to the surface.

Dari persamaan di atas dapat diketahui bila seorang pesenam dengan berat 400 Newton melakukan handstand satu tangan dengan luas bidang tumpu 100 cm^2 , maka besarnya tekanan :

$$\begin{aligned} \text{Pressure} &= \frac{400 \text{ Newton}}{0,1 \text{ m}^2} \\ &= 4.000 \text{ Newton/m}^2 \text{ (pa).} \end{aligned}$$

Tetapi bila atlet tersebut mengubah cara hanstandnya menjadi dua tangan, luas bidang tumpunya akan bertambah besar menjadi 200 cm^2 dan besarnya tekanan akan berubah menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Pressure} &= \frac{400 \text{ Newton}}{0,2 \text{ m}^2} \\ &= 2.000 \text{ pa.} \end{aligned}$$

Dan akhirnya bila posisi hanstandnya diubah menjadi headstand, maka bidang tumpunya akan bertambah luas lagi menjadi 250 cm^2 dan tekanannya akan berkurang lagi menjadi :

$$\text{Pressure} = \frac{400 \text{ Newton}}{0,25 \text{ m}^2}$$

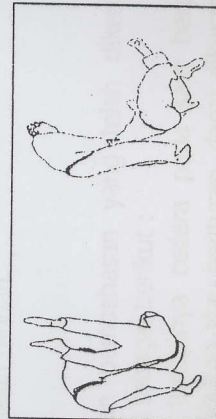
$$= 1.600 \text{ pa.}$$

Dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa, besarnya beban yang diterima tubuh akan berkurang dengan bertambahnya luas bidang tumpu.

Konsep tekanan sangat penting dipahami berkenaan dengan keselamatan dalam olahraga. Berfungsi untuk mengurangi tekanan pada bagian-bagian anggota tubuh sewaktu terjadi benturan yang dapat mengakibatkan timbulnya cedera berat. Pada olahraga terjun $\square$ ying, atlet memerlukan penyebaran gaya yang harus ditahan oleh tubuhnya sewaktu mendarat dengan cara melakukan rol sesaat setelah kaki menyentuh tanah. Kesalahan dalam melakukan teknik ini sangat membahayakan bagi para penerjun, seperti diungkapkan oleh Hay (1985:95), "failure to execute this technique correctly has been known to result in fractures of one or both legs".

Pelompat tinggi dan pelompat galah menggunakan prinsip yang sama pada saat mendarat yaitu dengan menggunakan punggung dan membentuk bidang datar bila ia mendarat pada alas busa, dan teknik ini tidak akan dipergunakan bila atlet mendarat pada bak pasir. Sebagai gantinya atlet akan mendarat dengan ke dua kakinya dan menghindari kemungkinan terjadinya cedera akibat benturan dengan cara menjatuhkan tubuh bagian atas.

Judo merupakan contoh lain yang menerapkan konsep "spreading force over a large area" ini. Pada judo tampak jelas setiap atlet harus mempertimbangkan penempatan posisi tubuhnya saat melakukan teknik jatuhan secara benar pada tahap-tahap awal mempelajari olahraga ini.



Gambar 2: Saat jatuh permukaan tubuh yang kena lantai dibuat seluas-luasnya

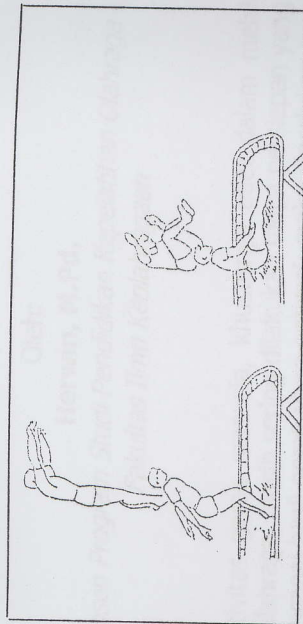
Pemakaian alat-alat pelindung (protector) juga dilandasi oleh penyebaran gaya pada saat terjadi tumbukan, dimana atlet tidak dapat menggerakkan tubuhnya secara efektif untuk mengabsorpsi gaya tersebut. Sebagai contoh, pada baseball bila batter memukul

bola dan bola mengenai kepala catcher, maka tidak ada cara yang paling efektif untuk menyebarkan besarnya gaya dengan hanya menggerakkan tubuh. Untuk mengatasi hal itu, pemain menggunakan penutup kepala atau helm dengan maksud bila kepala terkena bola, maka benturan itu akan diteruskan lewat sistem suspensi yang berada di dalam helm, sehingga pemain tidak mengalami cedera. Hal yang sama juga dilakukan oleh para pembalap dan pemain *Football Amerika*.

Sedangkan untuk pemakaian *gloves* pada baseball, softball, tinju serta peralatan lain yang sejenis, seperti bermacam-macam pads persendian. Pada prinsipnya merupakan penerapan konsep tekanan dalam upaya pencegahan cedera dengan menyebarkan gaya pada bidang yang lebih luas.

Stacoff, Kaelin, dan Stuessi dalam Adrian (1989:610), melaporkan bahwa besarnya gaya yang diterima oleh telapak kaki bagian depan ketika mendarat setelah melakukan smash dalam permainan bolavoli, antara 1000 – 2000 Newton dan pada tumit antara 1000 – 6500 Newton, sedangkan batas elastisitas dari tulang rawan kurang lebih 5000 Newton. Kondisi tersebut mengharuskan para pelatih untuk lebih cermat meneliti permukaan lapangan yang akan digunakan untuk berlatih maupun bertanding, meningkatkan kondisi fisik para atlet, memilih sepatu yang akan dipergunakan, dan meningkatkan penguasaan teknik. Sepatu yang dirancang dengan baik dapat mengurangi besarnya benturan kurang lebih sebesar 30%.

Karena itu, sebagai usaha menghindari kemungkinan adanya cedera akibat tumbukan yang terjadi antara telapak kaki dengan lantai pada saat mendarat, maka pada waktu mendarat diusahakan menggunakan tumpuan dua kaki yang berfungsi untuk menambah luas permukaan. Disamping itu penyerapan gaya dapat dilakukan dengan cara menekuk setiap persendian yang terlibat dalam gerakan tersebut yaitu persendian pinggul, lutut, dan persendian kaki.



Gambar3: Perbedaan luas permukaan saat benturan menyebabkan perbedaan tinggi pantulan

Contoh lain tentang penyerapan gaya pada permukaan yang luas yaitu atlet yang sedang melakukan latihan pada trampolin. Bila atlet jatuh dari ketinggian tertentu dan posisi badan ditegakkan, kanvas trampolin akan tergang ke bawah secara maksimal. Akibatnya atlet akan terlontar tinggi ke atas (hukum Newton III). Kalau saat jatuh atlet mengendorkan badan dan menekuk lututnya, maka akan terjadilah penyerapan gaya sehingga pantulannya menjadi kecil. Lebih jauh bila atlet menjatuhkan diri dalam sikap duduk atau bahkan merebahkan diri sehingga permukaan yang bersinggungan dengan kanvas menjadi luas sekali, maka pantulannya kembali akan semakin rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kemungkinan timbulnya cedera pada saat berolahraga akibat terjadinya tumbukan atau benturan, dapat dikurangi dengan cara mengabsorpsi besarnya energi kinetik dan momentum mekanik.
2. Beberapa metode yang dapat dipergunakan untuk mengabsorpsi besarnya energi kinetik dan momentum mekanik adalah :
 - a. memperpanjang lintasan gerak benda,
 - b. memperlama waktu sentuh,
 - c. memperluas permukaan saat terjadinya tumbukan atau benturan, dan
 - d. menggunakan alat-alat pelindung.

KEPUSTAKAAN

- Adrian, J. Marlene and Cooper, John M. (1989). *The Biomechanics of Human Movement*. Indiana : Benchmark Press, Inc.
- Hay, James G. (1985). *The Biomechanics of Sport Techniques*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Hay, James G and Reid, J Gavin. (1988). *Anatomy, Mechanics, and Human Motion*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Hornby, A.S. (1981). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. Oxford : Oxford University Press.
- Kranse, J.V, and Barham, Jerry N. (1975). *The Mechanical Foundation of Human Motion*. Saint Louis : The C.V. Mosby Company.
- Luttgens, kathryn; deutsch, Helga and Hamilton, Nancy. (1992). *Kinesiology : Scientific basis human Motion*. Dubuque ; Wm.C. Brown Communication, Inc.
- Simonian, Charles. (1981). *Foundamentals of Sports Biomechanics*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.