

# **AZAS AZAS MEKANIKA**

**DALAM PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA**



Dr. Chalid Marzuki, MA

AZAS – AZAS MEKANIKA  
DALAM PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA  
Dr. Chalid Marzuki, M. A

---

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

ISBN: 978-979-3039-10-4

---

- ◆ Copyright © Penerbit **Wineka Media**  
Jl. Danau Semayang C2E/28 Malang 65139  
Telp./Faks: 62 0341 711221  
Website: <http://www.pembelajaranvisioner.com>  
<http://www.sekolahvisioner.com>  
E-mail: [wasisdd@yahoo.com](mailto:wasisdd@yahoo.com)

---

◆ Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.  
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun,  
termasuk dengan cara penggunaan mesin  
fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit.

---

- ◆ Cetakan pertama, Maret 2009
-

## KATA PENGANTAR

Terlebih dahulu dipanjatkan ucapan syukur yang tak terhingga kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kesempatan dan kemampuan yang diberikan sehingga dapat diwujudkannya buku ini dan diberi judul, **"Azas-Azas Mekanika dalam Pendidikan Jasmani/Olahraga"**.

Ilmu pengetahuan tentang gerakan yang efektif dan efisien dalam mencapai tujuan dari gerakan yang dilakukan merupakan hal yang sangat penting diketahui. Buku ini memberikan pengetahuan mendasar tentang bagaimana dan mengapa pengetahuan yang efektif dan efisien dalam melakukan gerakan yang berdayaguna dan berhasil dapat dilaksanakan dengan baik. Ilmu pengetahuan ini sangat diperlukan sekali bagi guru pendidikan jasmani atau olahraga dalam menjalankan tugas sehari-hari mereka.

Materi dari buku ini dipilih karena dirasakan dan dilihat masih kurangnya ditemukan tulisan yang memakai bahasa Indonesia mengenai ilmu dan pengetahuan dalam mencapai atau mendapatkan tujuan dari gerakan secara berdayaguna dan berhasil guna. Buku ini ditujukan bagi guru Pendidikan Jasmani, Olahraga dan Kesehatan, mahasiswa, pelatih olahraga, atlet, dan masyarakat umum pemerhati dan peminat keolahragaan.

Dengan diterbitkannya buku ini ucapan terimakasih disampaikan kepada Penerbit Wineka Media, Malang dan Pimpinan Universitas Negeri Padang (UNP), Pimpinan Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK-UNP), dan kepada semua pihak yang telah membantu demi terwujudnya buku ini.

Segala saran dan kritik membangun yang datang untuk peningkatan mutu penulisan akan diterima dengan segala senang hati. Harapan penulis

semoga materi buku ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak dalam menyelesaikan tugas atau pekerjaan masing-masing.

Padang, Maret 2009  
Penulis

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
<b>Bab 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Pengetahuan Dasar Mekanika	1
B. Para Pelopor	2
C. Biomekanika	3
D. Keterbatasan Biomekanika	4
<b>Bab 2 MESIN SEDERHANA PADA TUBUH</b>	<b>6</b>
A. Tuas	7
1. Macam Tuas	7
2. Lengan Tuas	9
3. Pergerakan Tuas pada Sumbu	11
4. Pemakaian Daya dan kecepatan pada Tuas	12
B. Roda Gandar/As Roda	14
C. Katrol/Kerekan	15
<b>Bab 3 KESETIMBANGAN DAN MOBILITAS</b>	<b>16</b>
A. Kesetimbangan	16
1. Macam Kesetimbangan	16
2. Tingkat Kesetimbangan	17
3. Pusat Gaya Berat ( <i>Center of Gravity</i> )	22
4. Garis Gaya Berat ( <i>Line of Gravity</i> )	24
5. Bentuk Tubuh/Perawakan ( <i>Posture</i> )	25
B. Mobilitas ( <i>Mobile</i> )	26
1. Saat Memulai Gerak	26
2. Gerak Tipu	27
3. Berhenti dari Gerakan	28
<b>Bab 4 GERAKAN</b>	<b>29</b>
A. Bentuk Gerakan	29
1. Gerak Lurus	29
2. Gerak Putar	29
3. Gerak Gabungan	30
B. Dasar Hukum Gerak	30

1. Hukum Kekekalan	31
2. Hukum Percepatan	34
3. Hukum Aksi-Reaksi	37
<b>Bab 5 DAYA</b>	41
A. Prinsip Umum Daya	42
1. Daya Total	42
2. Aplikasi Konstan Daya	43
3. Arah Aplikasi Daya	43
4. Jarak Aplikasi	44
5. Daya Berlipat Ganda	45
B. Daya Sendiri dan Daya Positif Lain	45
1. Pemilihan Otot yang Tepat	46
2. Stabilitas dan Hilangnya Daya Efektif	46
3. Pengaruh Sudut Aplikasi Daya	46
4. Ketegangan Otot Awal	47
5. Daya Pukul	48
6. Oposisi ( <i>Opposition</i> )	48
7. Gerak Ikutan	50
C. Daya Lingkungan	51
1. Perjuangan terhadap Daya-Daya Luar	51
2. Hukum Pangkat Dua	52
3. Daya Sentrifugal	53
D. Penghilangan Daya	54
<b>Bab 6 PROYEKSI</b>	57
A. Daya yang Mempengaruhi Lintasan Terbang	57
1. Daya Maju	58
2. Daya dari Gaya Berat	58
3. Pengaruh Tahanan Udara	59
B. Sudut dan Ketinggian Proyeksi	59
1. Sudut Proyeksi	60
2. Waktu Terbang/Ketinggian Proyeksi	61
C. Benturan	61
1. Sudut Pantul	61
2. Daya Pukul yang Cukup	61
3. Elastisitas Permukaan	63
4. Pantulan dari Dua Objek yang Bergerak	64
D. Putaran	65
1. Pengaruh Putaran pada Objek yang Melayang	65
2. Putaran yang Dihasilkan dari Pukulan	66
3. Putaran yang Dihasilkan dari Kontak dengan	67

Permukaan	
4. Pengaruh Putaran Bola saat Mendarat pada Permukaan Horisontal	67
5. Pengaruh Putaran terhadap Bola yang Dipukul pada Permukaan yang Vertikal	68
6. Mengurangi Pengaruh Putaran dengan Meningkatkan Daya Pukul	69
<b>Bab 7 MEKANIKA PADA CAIRAN DAN GAS (FLUID MECHANICS)</b>	<b>70</b>
A. Pengapungan	71
1. Daya Apung	71
2. Gaya Berat Khusus	73
3. Gerak Relatif	75
4. Tahanan Cairan dan Gas	74
B. Pengaruh Magnus	83
<b>Bab 8 MEMPERSIAPKAN TUBUH UNTUK MENERAPKAN PRINSIP - PRINSIP MEKANIS</b>	<b>87</b>
A. Mempersiapkan Tubuh	88
B. Beberapa Aktifitas yang Perlu Diperhatikan	97
<b>Bab 9 ANALISA MEKANIS DARI GERAKAN</b>	<b>101</b>
A. Sifat Dasar Keterampilan	102
B. Mengamati Keterampilan Terpisah	102
C. Mengamati Keterampilan Berkesinambungan	107
D. Paksaan dari Lingkungan dan Pelaku	109
E. Proses Analisa	109
1. Mengidentifikasi Tujuan Mekanis Gerakan	110
2. Mengidentifikasi Faktor Mekanis yang Mempengaruhi Cara Terefektif Mencapai Tujuan Mekanis	112
3. Mengidentifikasi Variabel Mekanis dalam Setiap Prinsip	112
<b>Bab 10 PENJELASAN ISTILAH</b>	<b>113</b>
<b>DAFTAR KEPUSTAKAAN</b>	<b>117</b>
Tentang Penulis	119

# Bab 1

## PENDAHULUAN

### A. Pengetahuan Dasar Mekanika

Banyak pengetahuan yang harus dimiliki oleh guru olahraga atau pelatih dalam usaha mereka memberikan pelajaran ataupun untuk meningkatkan prestasi. Salah satu pengetahuan untuk meningkatkan kualitas pengajaran ataupun peningkatan pencapaian prestasi dari gerakan adalah penerapan azas-azas atau prinsip mekanika pada kegiatan tersebut. Dengan menerapkan ilmu pengetahuan ini pada kegiatan aktifitas gerak diharapkan akan didapatkan hasil yang sangat tepat guna dan berdaya guna.

Tubuh manusia yang terdiri dari berbagai macam unsur yang sangat kompleks merupakan gabungan yang sangat menarik dipandang dari prinsip dan hukum mekanis dan biologis. Bagaimana efektif dan efisiennya suatu tampilan sangat bergantung kepada fungsi mekanis dan biologisnya.

Banyak tampilan pada kegiatan pendidikan jasmani, olahraga, dan aktifitas fisik tidak saja hanya melibatkan gerakan dari tubuh, tetapi juga melibatkan manipulasi dari alat. Penggunaan yang dibuat atas alat-alat tersebut dan bagaimana mengoperasikannya akan mempengaruhi tampilan

Mekanika merupakan cabang ilmu fisika. Mekanika berhubungan dengan daya (*force*) dan gerakan yang terdapat pada

benda dan hasil yang diperoleh dari daya-daya tersebut. Ilmu pengetahuan ini akan memberikan jawaban yang tepat terhadap masalah daya dan gerak yang terjadi, mengapa dan seberapa kemungkinan terjadinya. Prinsip-prinsip mekanika dapat secara langsung dipakaikan dalam gerakan dan olahraga. Azas-azas seperti kesetimbangan (*balance/equilibrium*), gerakan (*motion*) dan pemakaian dari daya diterapkan secara sama untuk manusia dan gerakannya atau kegiatan keolahragaan sebagaimana, kerja roket, roda, tuas, dan rudal (Kreighbaum dan Barthels, 1981).

Pendidikan jasmani atau olahraga berhubungan dengan komponen-komponen khusus dan metode untuk tampilan yang baik. Melalui proses pendidikan atau latihan ini seseorang terlibat dengan peningkatan dari aktifitas yang sedang mereka pelajari. Mereka juga belajar ketrampilan khusus yang membutuhkan ketepatan, kecepatan, dan koordinasi. Harapan para guru adalah dengan segala aktifitas ini diharapkan tampilan mereka akan menjadi lebih halus, efisien, dan efektif.

Dengan mengetahui azas-azas mekanika dan menerapkannya dalam kegiatan olahraga maka hasil terbaik akan dapat dicapai seperti: lompatan yang lebih jauh/tinggi, prestasi yang lebih cepat dalam berlari dan berenang, tendangan yang lebih keras, tembakan yang lebih tepat, pukulan yang lebih berbobot, dan lain-lain. Disamping hal-hal tersebut, pengetahuan ini akan membantu para guru dan pelatih dalam menganalisa ketrampilan/gerakan untuk tujuan mengevaluasi teknik dan perbaikan kesalahan.

## **B. Para Pelopor**

Lutgens dan Wells (1976) menerangkan, tentang tiga orang pelopor utama guru pendidikan jasmani atau olahraga di Amerika yang memakaikan azas-azas mekanika dalam kegiatannya. Mereka itu

adalah:

1. H. Mc Cloy dari Universitas Iowa.

Ia pada akhir tahun 1930an dan 1940 berkeliling negeri memberikan ceramah dan demonstrasi yang menggambarkan bahwa suatu tampilan dapat ditingkatkan hasilnya dengan memakaikan prinsip atau azas-azas mekanika yang tepat. Ia juga, yang pertama kali membuka mata kuliah tentang analisa dalam ketrampilan motorik.

2. Ruth Glassow dari Universitas Wisconsin

3. Thomas Cureton dari Springfield College.

Ia adalah mahasiswa bidang studi kelistrikan yang mengajar mekanika dari olahraga, dan kegiatan fisik.

### C. Biomekanika

Kreighbaum dan Barthels (1981) menjelaskan bahwa kombinasi pengetahuan dari biologi dan hal yang berhubungan dengan sistim dari kerangka, persendian dan saraf otot, dan dari hukum-hukum dan prinsip-prinsip yang terdapat di dalam aspek fisika mekanis telah memberikan dasar untuk perkembangan ranah ilmu pengetahuan yang hampir serupa, yaitu biomekanika. Sebelum istilah ini diperkenalkan, nama untuk ilmu pengetahuan tentang gerakan telah dikenal dengan kinesiologi. Istilah kinesiologi telah lebih dahulu dipakai untuk menerangkan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan struktur dan fungsi dari sistim otot dan rangka manusia. Akhirnya, ilmu pengetahuan dari sistim kerangka dan otot atau prinsip-prinsip mekanis yang dapat diaplikasikan untuk gerakan manusia, biomekanika (*biomechanics*), diterima secara meluas sebagai suatu bagian utuh dari kinesiologi. Lebih lanjut Hay (1985) menjelaskan bahwa beberapa istilah seperti anthropomekanika,

anthropokinetika, biodinamika, homokinetika, dan kinanthropologi diusulkan sebagai pengganti. Pada akhirnya satu istilah baru muncul yaitu biomekanika (*biomechanics*) yang diterima secara luas daripada istilah lainnya.

Secara definisi dapat dikatakan bahwa biomekanika adalah ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan daya-daya dari luar maupun dalam tubuh yang beraksi pada tubuh manusia dan pengaruh yang dihasilkan oleh daya tersebut (Hay, 1985).

#### D. Keterbatasan Biomekanika

Walaupun pemakaian yang tepat dari biomekanika dapat memecahkan masalah yang ada di dalam tampilan motorik, namun demikian pemakaiannya di lapangan akan mendapatkan keterbatasan. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya beberapa variabel yang secara di laboratorium dapat dikontrol pada kondisi ideal, namun pada tampilan di lapangan timbul variabel-variabel yang ada pada seseorang secara kompleks dan sukar untuk dikontrol. Contoh yang dimaksud antara lain secara psikologis – variabel seperti motivasi, kecemasan, dan sikap (*attitude*), secara fisiologis – variabel seperti kekuatan koordinasi, kelelahan, daya tahan aerobik dan anerobik, dan kesetimbangan. Perbedaan-perbedaan lainnya seperti panjang tuas dan panjang otot, dan sudut dari tarikan merupakan variabel yang membuahkan hasil dalam suatu kompetisi tetapi mungkin berbeda hasilnya dari apa yang telah diprediksi dalam laboratorium.

Karena banyaknya variabel yang dapat mempengaruhi pelaksanaan di lapangan, beberapa prinsip yang terdapat dalam ilmu fisika harus disesuaikan pemakaiannya dalam kegiatan fisik (olahraga). Misalnya, ilmu fisika menyatakan bahwa sudut 45 derajat merupakan sudut yang terbaik untuk memproyeksikan benda mencapai jarak

horizontal secara maksimal. Keadaan seperti ini dimungkinkan jika titik awal (benda di proyeksikan) dan titik akhir (benda mendarat) berada pada dataran yang sama tinggi. Namun, kejadian di lapangan akan sukar ditemukan. Umumnya, di dalam pelaksanaan kegiatan olahraga benda yang diproyeksikan berada di atas tanah pada saat melepaskannya (misal, tolak peluru, lempar cakram, lemparan softball) sehingga menghasilkan sudut yang kurang dari 45 derajat.

# Bab 2

## MESIN SEDERHANA PADA TUBUH

Gerak manusia seperti melompat, melempar, mengangkat, lari, dan menarik dapat dipakai sebagai contoh dari kemampuan mekanis sistim otot dan kerangka. Gerakan yang dihasilkan oleh otot-otot rangka memberikan daya kepada mesin bertulang tipis yang beroperasi pada persendian tubuh. Lebih jauh diterangkan oleh Barham dan Wooten (1973) tentang beberapa komponen utama dari suatu sistim mesin adalah suatu sumber dari input energi yang disebut penggerak, suatu mesin yang merubah energi ke dalam bentuk yang lebih berfaedah; dan suatu alat pemanfaatan yang mengambil energi yang diberikan padanya dan menghasilkan gerakan tubuh.

Bermacam bagian tubuh yang dilibatkan dalam suatu gerakan melempar, misalnya, dapat diperhitungkan sebagai alat pemanfaatan yang mempergunakan energi mekanis yang diberikan kepadanya melalui mesin-mesin yang bertulang tipis dalam menghasilkan kerja mekanis. Otot-otot kerangka merupakan penggerak dari sistim mekanis ini dan fungsi mereka dapat diibaratkan seperti motor elektris, turbin air, atau mesin minyak dalam sistim-sistim lainnya. Tulang-tulang dalam fungsinya sebagai mesin dapat dibandingkan sebagai kombinasi dari tuas, roda kerekan, dan gigi pada mobil, dan bagian-bagian tubuh dalam menghasilkan kerja mekanis dapat disamakan kepada baling-baling pesawat terbang, roda mobil, atau

tangan-tangan pada jam.

Dari keterangan di atas dapat dilihat bahwa peralatan gerak dari tubuh manusia yang terdiri dari tulang, otot, dan persendian dari sistim kerangka otot adalah suatu sistim mesin mekanis dan beroperasinya menyesuaikan diri kepada hukum-hukum mekanis seperti dalam sistim lainnya. Tiga mesin sederhana yang ditemukan dalam sistim otot kerangka adalah tuas, roda dan as roda, dan kerekan atau katrol (Barham dan Wooten, 1973; Jensen dan Schultz, 1977). Berikut ini akan dijelaskan ketiga mesin tersebut.

## A. Tuas (Pengungkit)

Sebuah tuas dapat diterangkan sebagai suatu batang yang kaku yang bebas berputar di sekitar sumbu putar jika daya diaplikasikan padanya. Tuas merupakan salah satu dari alat-alat mekanis yang paling sederhana yang dapat disebut sebagai suatu mesin. Gerakan tubuh manusia dihasilkan melalui suatu sistem dari tuas. Tulang-tulang pada tubuh merupakan tuas. Mereka diaktifkan oleh suatu daya yang dihasilkan oleh otot-otot yang berkontraksi. Hal penting dari tuas adalah sebagai:

- 1) titik tempat berputar
- 2) titik tempat daya diaplikasikan, dan
- 3) titik dimana tahanan untuk gerakannya dipusatkan.

### 1. Macam Tuas

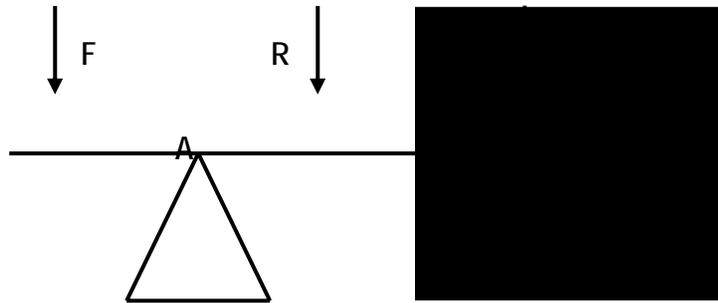
Menurut klasifikasinya tuas dapat dibedakan menurut susunan secara relatif dari sumbu atau titik pikul, titik dari daya, titik dari tahanan. Barham dan Wooten (1973); Gay (1985); Jensen dan Schultz (1977) membagi tuas dalam tiga kelompok, yaitu:

- 1) tuas kelompok pertama (I)
- 2) tuas kelompok kedua (II), dan
- 3) tuas kelompok ketiga (III).

1) Tuas Kelompok I

Pada tipe ini tuas mempunyai ciri yang titik pikulnya (*axis = A*) terletak diantara, daya (*force = F*) dan tahanan (*resistance = R*).

Tuas Kelompok I



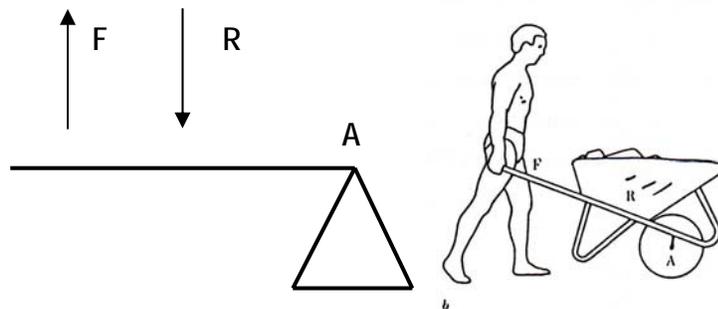
Gambar 1. Tuas Kelompok I (Sumber: Jensen dan Schultz, 1977)

2) Tuas Kelompok II

Tuas kelompok ini mempunyai ciri yang titik pikulnya berada pada satu sisi dan tahanan lebih dekat kepadanya daripada daya.

Tuas Kelompok II

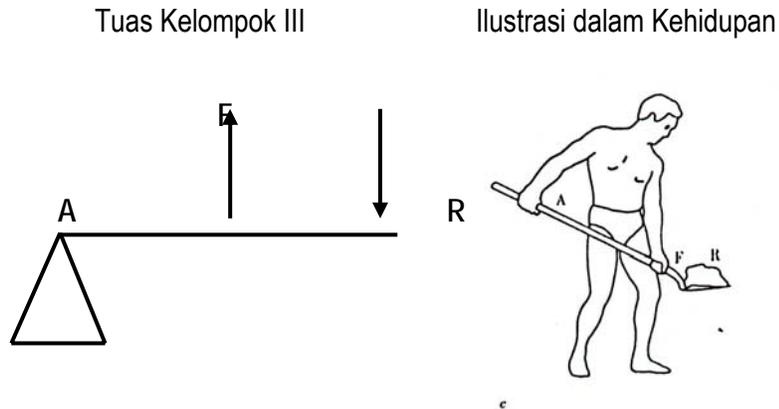
Ilustrasi dalam Kehidupan



Gambar 2 Tuas Kelompok II (Sumber: Jensen dan Schultz, 1977)

### 3) Tuas Kelompok III

Tuas tipe ini mempunyai ciri yang dayanya terletak diantara titik pikul dan tahanan. Susunannya adalah A - F - R.



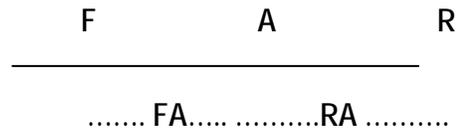
Gambar 3. Tuas Kelompok III  
(Sumber: Jensen dan Schultz, 1977)

Setiap tulang dalam tubuh bertindak sebagai tuas pada suatu saat dan pada kesempatan lain menghasilkan gerakan-gerakan tubuh. Tulang juga beraksi secara sendiri-sendiri atau gabungan untuk membentuk sistim tuas dari sistim otot kerangka.

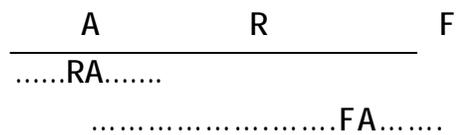
## 2. Lengan Tuas

Setiap tuas bagaimanapun macamnya mempunyai dua lengan yang terpisah yang disebut dengan lengan daya (LD) dan lengan tahanan (LT). Lengan daya adalah jarak tegak lurus dari titik pikul (*axis* = A) ke garis dari daya ( $F = \text{force}$ /garis tarikan, sedangkan lengan tahanan adalah jarak tegak lurus dari titik pikul ke tahanan.

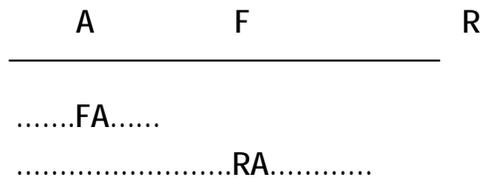
Rasio yang pasti antara lengan daya dan tahanan beragam menurut setiap macam dari tuas, dan tuas yang berbeda dari kelas yang sama. Selanjutnya, rasio berubah sebagaimana tuas bergerak sepanjang jarak gerakan karena garis tarikan berubah. Gambar di bawah ini dapat menjelaskan hal tersebut.



Gambar 4. Tuas Kelompok I



Gambar 5. Tuas Kelompok II



Gambar 6 Tuas Kelompok III A

Di dalam tuas kelompok I, salah satu lengan (LD/FA atau LT/RA) mungkin lebih panjang daripada yang lainnya, bergantung kepada lokasi dari titik pikulnya. Pada tuas kelompok II, lengan daya selalu lebih panjang, dan di dalam tuas kelompok III, lengan tahanan selalu lebih panjang.

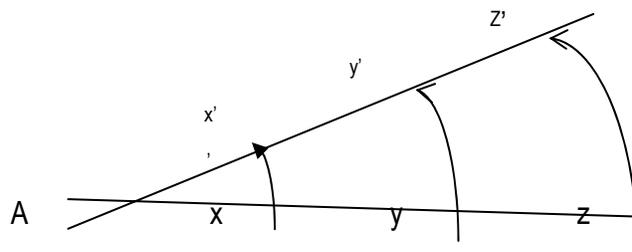
Rasio yang muncul di antara kedua lengan tuas menentukan rasio mekanis dari tuas. Misalnya, jika kedua lengan mempunyai panjang yang sama seperti dalam suatu kesetimbangan sempurna dari "jungkat-jangkit", rasio mekanis mungkin satu dan satu, dan kemungkinan tidak ada

keuntungan mekanisnya. Jika lengan daya lima kali panjangnya lengan tahanan, rasio mekanis mungkin menjadi satu berbanding lima bagi keuntungan daya. Sebaliknya, jika lengan tahanan lima kali panjangnya lengan daya, rasio mekanis menjadi satu berbanding lima untuk tahanan

Dapatlah dipahami bahwa di dalam tubuh manusia rasio mekanis yang tepat berbeda-beda menurut gerakan pada setiap persendian. Selanjutnya, rasio juga bermacam-macam pada titik-titik yang berbeda sepanjang jarak dari gerakan. Oleh karena itu, dapatlah dikatakan walaupun rasio mekanis muncul secara konstan di dalam setiap persendian tertentu, sebenarnya ia berubah-ubah. Di dalam beberapa kasus, rasio mekanis dapat diatur dengan merubah titik tahanan atau dengan memperpendek tuas. Di dalam, cabang senam, atau gulat, mengetahui bagaimana menyesuaikan tuas untuk mengambil kemenangan merupakan suatu bagian dari teknik yang sangat penting.

### 3. Pergerakan Tuas pada Sumbu

Jika sebuah tuas berputar sekitar sumbunya, seluruh titik pada tuas akan bergerak dalam suatu gerak melengkung. Jarak pada setiap titik yang ada pada tuas bergerak secara langsung dan proporsional dari jarak pada titik sumbu.



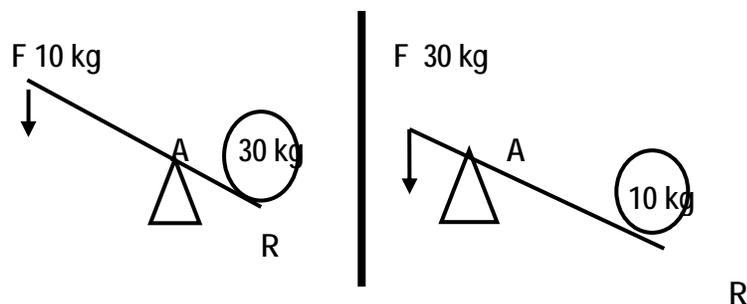
Gambar 7. Pergerakan Tuas pada Sumbu

Gambar 7 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Titik y dua kali panjang dari titik x ke sumbu, dan titik z tiga kali panjang titik x ke sumbu. Jika titik x bergerak sebanyak 1 cm, titik y akan bergerak 2 cm dan titik z akan bergerak 3 cm.
- 2) Titik x, y, dan z bergerak melengkung dari 1, 2, dan 3 cm secara bersamaan dalam waktu yang sama. Hal ini menggambarkan bahwa suatu titik yang terjauh dari sumbu tidak saja bergerak secara proporsional pada jarak yang lebih besar tetapi juga bergerak secara proporsional lebih cepat

#### 4. Pemakaian Daya dan Kecepatan pada Tuas

Di dalam aktifitas fisik atau olahraga sering terjadi benturan dalam pemakaian daya yang lebih diperbesar atautkah kecepatannya. Untuk hal ini, Jensen dan Schultz (1977) menjelaskan jika pada suatu tuas lengan daya (FA) lebih panjang daripada lengan tahanan (RA), keuntungan mekanis berada pada daya dan kerugian bagi kecepatan. Dalam situasi ini, Jensen dan Schultz menamakannya dengan *force lever* (tuas daya = TD). Sebaliknya, jika lengan tahanan (RA) lebih panjang daripada FA, keuntungan berada pada kecepatan dan luas dari gerakan menjadi kerugian pada daya. Situasi ini disebut dengan nama *speed lever* (tuas kecepatan = TC). Penjelasan di atas dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 8 dan 9. Pemakaian Daya dan Kecepatan

Pada gambar 8 diumpamakan FA tiga kali panjang RA.. Pada tuas ini terdapat mekanikal rasio satu berbanding tiga (1 : 3) bagi keuntungan daya. Maksudnya, 10 kg daya akan berimbang dengan 30 kg tahanan.

Pada gambar 9, RA tiga kali panjang FA. Tuas ini mempunyai mekanikal rasio satu berbanding tiga untuk keuntungan kecepatan. Artinya, dibutuhkan sebanyak 30 kg daya untuk menyeimbangkan 10 kg tahanan, tetapi jika titik dari daya dipindahkan sebanyak tiga kaki, titik dari tahanan akan berpindah tiga kaki pula dalam waktu yang sama dan karenanya ia akan berpindah tempat sebanyak tiga kali lebih cepat. Oleh karena itulah hal ini disebut dengan *speed lever*.

Untuk lebih memperjelas keterangan di atas, Jensen dan Schultz (1977) menerangkan pemakaiannya (pemakaian tuas kecepatan dan tuas daya) dalam gerakan manusia sebagai berikut:

- 1) Tuas kelompok I akan menghasilkan keuntungan yang bergantung kepada posisi relatif dari A. Jika A lebih dekat ke F daripada ke R, FA akan lebih pendek daripada RA, dan tuas lebih menghasilkan kecepatan. Sebaliknya, jika A lebih dekat kepada R, RA akan lebih pendek daripada FA, dan tuas akan menghasilkan daya. Hal yang menarik adalah tuas-tuas pada tubuh manusia mempunyai sumbu (A) dekat kepada titik daya (F) dan itu adalah tuas kecepatan.
- 2) Pada tuas kelompok II, RA selalu lebih pendek daripada FA, dan oleh sebab itu tuas kelompok II adalah selalu tuas daya.
- 4) Pada tuas kelompok III, FA selalu lebih pendek daripada RA. Oleh karena itu tuas kelompok ini selalu tuas kecepatan.
- 5) Secara praktek seluruh tuas pada tubuh manusia adalah bentuk tuas kelompok I atau III. Tuas kelompok III merupakan bentuk yang paling umum.
- 6) Secara praktek seluruh tuas pada tubuh manusia adalah tuas kecepatan, yang berarti bahwa lengan daya lebih pendek daripada

lengan tahanan.

- 7) Rasio mekanis (jumlah tuas) beragam sekali diantara gerakan persendian yang berbeda dan keberagamannya di dalam gerakan yang sama pada titik-titik yang berbeda sepanjang suatu gerakan.
- 8) Pencapaian maksimal dari tuas merupakan suatu hal penting atau mendasar untuk memperbaiki teknik dalam berbagai tampilan.

## **B. Roda dan Gandar/ As Roda**

Roda dan gandar merupakan suatu bentuk mesin sederhana yang melibatkan prinsip-prinsip dari tuas. Roda dan gandar terdiri dari sebuah roda yang dilekatkan ke pusat gandar di sekitar mana ia berputar. Daya yang meyebabkannya berputar dapat berasal dari daya yang diberikan ke sekeliling roda, seperti menyetir sebuah mobil, atau kepada gandar, seperti roda belakang dari sebuah sepeda.

Pada sebuah roda dan gandarnya dengan pengaplikasian daya pada sekeliling roda, seperti dalam, menyetir, daya diperbesar atas sumbangan kecepatan dan jarak. Pengaruh putaran roda memberikan tenaga putaran sebanding dengan daya kali jari-jari roda. Dalam hal ini, jari-jari roda berhubungan dengan lengan daya dari tuas. Lebih panjang garis tengah roda, lebih besar daya atau gerakan putaran. Hasil putaran roda merupakan hasil dari daya dan jari-jari.

Roda dan gandar mirip dengan tuas, karena jari-jari roda berhubungan ke lengan daya dari tuas. Seluruh gerakan berputar dalam tubuh melibatkan suatu rangkaian roda dan gandar. Menganggukkan kepala, memutar tubuh, putaran ke dalam atau ke luar dari lengan dan paha merupakan contoh gerakan-gerakan yang dihasilkan oleh susunan roda dan gandar.

Jika daya diaplikasikan kepada roda dengan maksud memutar gandar, keuntungan mekanis mengarah kepada daya dan ini

berhubungan ke suatu lengan daya. Sebaliknya, jika daya diberikan kepada gandar dengan tujuan untuk memutar roda, pengungkitan mengacu pada kecepatan. Dalam bersepeda kedua sistim dari pengungkitan ini terjadi, karena pada saat pesepeda memberikan daya pada pedal (roda), hal ini memutar gandar yang menghubungkan kedua pedal. Kemudian, rantai menyampaikan daya ke belakang gandar yang memutar roda belakang.

### C. Katrol/Kerekan

Katrol/kerekan merupakan suatu alat seperti roda dengan seutas tali bergerak melaluinya. Walaupun tidak ada kerekan yang seperti tersebut di dalam tubuh manusia, beberapa tindakan menyerupai gerakan katrol. Katrol di dalam tubuh manusia diwakili oleh persendian yang membungkus bagian-bagian tulang dan mengubah arah tarikan. Suatu contoh katrol pada bagian-bagian tubuh adalah bagian yang rendah dari peralatan *sartorius* dimana tendon membungkus bagian sekitar dalam *condyles* dari persendian lutut. Otot-otot *adductor magnus* dan *gracilis* mempunyai tendon yang rendah yang terbentang sejajar dengan tendon dari *sartorius*. Tendon yang bawah dari otot *rectus femoris* juga menggambarkan susunan suatu katrol pada saat lutut bengkok.

# Bab 3

## KESETIMBANGAN & MOBILITAS

Suatu benda dikatakan setimbang jika adanya suatu penyesuaian yang sama terjadi pada seluruh daya-daya yang berlawanan (Jensen dan Schultz, 1977). Dengan kata lain jika ada daya positif yang bekerja pada suatu benda maka harus ada daya negatif yang sama besarnya. Karakteristik benda dalam keadaan setimbang adalah bahwa jumlah dari komponen-komponen daya yang bekerja pada benda pada setiap arah sama dengan nol (Hay, 1985; Kreighbaum dan Barthels, 1981; Piscopo dan Baley, 1981). Beberapa faktor yang sangat penting dan berhubungan erat dengan gerakan atau keterampilan dalam cabang olahraga adalah kesetimbangan, pusat titik berat tubuh, posisi tubuh (*posture*) dan mobilitas (*mobile*)

### A. Kesetimbangan

#### 1. Macam Kesetimbangan

Dalam berolahraga, kesetimbangan mungkin terjadi dalam keadaan yang mantap dan goyah. Hay (1985) membagi kesetimbangan dalam tiga macam keadaan, yaitu : a) kesetimbangan tetap (*stable equilibrium*), b) kesetimbangan labil (*unstable equilibrium*), dan c) kesetimbangan netral (*neutral equilibrium*).

a. Kesetimbangan Tetap

Jika suatu benda karena mendapat pengaruh dari benda lain berubah posisinya dan kemudian kembali ke posisinya semula dikatakan dalam keadaan kesetimbangan tetap, Misal, kantung pasir yang digantungkan.yang dipukul oleh petinju.

b. Kesetimbangan Labil

Kesetimbangan suatu benda akan cenderung dengan cepat berubah dari posisinya semula. Misal, orang yang berjalan di atas tali, perenang atau pelari pada saat start.

c. Kesetimbangan Netral

Kesetimbangan ini agak berbeda dengan yang terdahulu. Misal, bola tenis yang diletakan pada permukaan yang rata. Bola tersebut tidak mempunyai kecendrungan untuk kembali keposisinya semula atau bergerak menjauh dari posisinya.

## 2. Tingkat Kesetimbangan

Pada saat berolahraga tubuh akan mengalami berbagai macam posisi yang membutuhkan keadaan tetap setimbang. Bunn (1972) menjelaskan bahwa keadaan setimbang ini tergantung atas beberapa faktor, yaitu :

- a) Kesetimbangan berbanding langsung dengan daerah tumpuan tubuh
- b) Kesetimbangan tak berbanding langsung dengan jarak titik berat tubuh di atas tumpuan
- c) Kesetimbangan akan muncul jika titik berat tubuh jatuh diantara bidang tumpuan
- d) Kesetimbangan berbanding langsung dengan berat tubuh.
- e) Kesetimbangan pada arah yang dicendrungi berbanding langsung dengan jarak lurus titik berat tubuh dari sisi tumpuannya ke arah yang dimaksudkan oleh gerakan tubuh (Bunn, 1972)

f) Kesetimbangan akan lebih besar jika gesekan antara tempat tumpuan dan bagian tubuh yang berkontak dengan permukaan tumpuan mantap (Jensen dan Schultz, 1977).

a. **Kesetimbangan Berbanding Langsung dengan Daerah Tumpuan Tubuh**

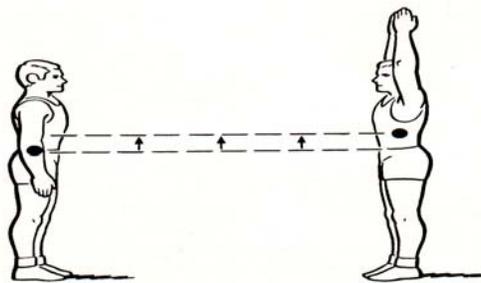
Seseorang yang berdiri jinjit dengan kedua kakinya rapat akan berada pada tingkat kesetimbangan yang labil, karena kalau sedikit saja terdorong maka ia akan kehilangan kesetimbangannya. Hal ini terjadi karena, daerah tumpuan yang dipijak oleh ujung-ujung kakinya secara minimal kecil. Seseorang yang lain berdiri tegak dengan seluruh tapak kakinya dan jarak antara kedua kakinya selebar bahu. Posisi orang ini akan lebih mantap dibandingkan dengan orang yang pertama. Hal ini dimungkinkan karena ia mempunyai bidang tumpuan yang lebih besar, yaitu daerah yang dipijak oleh kaki dan jarak daerah antara kaki dengan kaki. Jika seorang yang lain lagi bertumpu dengan kedua lutut dan kedua tangannya selebar bahu, maka pada posisi ini ia akan mendapatkan kesetimbangan yang lebih kokoh dibanding dua orang terdahulu tersebut. Untuk menggoyahkan kesetimbangan pada posisi ini diperlukan suatu daya yang lebih besar daripada daya pada posisi orang yang terdahulu. Lihat gambar 11.

b. **Kesetimbangan Tidak Berbanding Langsung dengan Jarak Titik Berat Tubuh di Atas Tumpuan**

Titik berat tubuh adalah suatu titik tempat tubuh dapat tegak atau ada pada kesetimbangan yang sempurna. Pada saat bagian-

bagian tubuh berubah posisi maka titik berat tubuh berpindah pula. Pada posisi-posisi tertentu titik berat tubuh mungkin berada di luar badan.

Secara garis besar titik berat tubuh terletak pada sekitar ketinggian dari pertengahan pinggul (kepala illium) antara muka dan belakang dari seseorang yang berdiri tegak dengan kedua tangan di samping badan. Jika kedua tangan diangkat ke atas maka posisi titik berat tubuh akan berubah. Hal yang sama akan terjadi pula jika kaki atau kedua kaki diangkat. Keadaan ini dapat dicontohkan dengan menempatkan seseorang pada mainan anak-anak seperti "jungkat-jungkit". Orang tersebut disuruh untuk tidur terlentang dan kedua lengan di samping badan sehingga jungkat-jungkit tersebut menjadi setimbang. Apabila kedua tangan melewati kepala maka kesetimbangan akan berubah. Perubahan kesetimbangan ini dikarenakan oleh titik berat tubuh yang bergeser. Contoh di atas adalah bila tubuh dalam keadaan horisontal. Kejadian yang sama (perubahan titik berat tubuh) juga terjadi bila tubuh dalam keadaan vertikal. Kesetimbangan yang lebih kokoh dihasilkan jika titik berat tubuh mendekati bidang tumpuan.



Gambar 10. Perpindahan Pusat Gaya Berat (Sumber: Bunn, 1972)

c. **Kesetimbangan Akan Muncul Jika Titik Berat Tubuh Jatuh diantara Bidang Tumpuan**

Luas dasar bidang tumpuan menambah kesetimbangan. Jika suatu garis diproyeksikan vertikal dari titik berat tubuh maka garis ini akan membelah/membagi bidang tumpuan tubuh. Untuk tetap mempertahankan posisi *handstand*, pesenam harus mampu mempertahankan garis vertikal titik berat tubuhnya agar tetap berada diantara kedua tangannya. Seorang pelari pada posisi start melayang akan lebih sedikit dibutuhkan daya untuk menghilangkan kesetimbangannya dibandingkan pelari pada posisi tegak.

Sebaliknya, jika seseorang yang sedang berlari cepat dan ingin berhenti segera dengan sedapat mungkin untuk tidak menghilangkan kesetimbangannya, misal dalam olahraga bola basket (menggiring bola), maka untuk mencapai kesetimbangan yang kokoh adalah melakukan cara berhenti dengan menapakkan kedua kaki dan membungkukkan badan. Posisi seperti ini akan menghasilkan suatu daerah tumpuan yang lebar, mendekatkan titik berat tubuh ke lantai dan cenderung untuk mempertahankannya diantara daerah tumpuan sehingga hasil yang diperoleh adalah suatu tingkat kesetimbangan yang stabil/kokoh dibandingkan dengan posisi yang lebih tinggi (tegak).

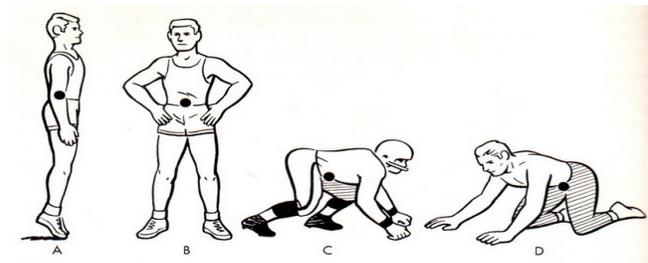
d. **Kesetimbangan Berbanding Langsung dengan Berat Tubuh**

Faktor kesetimbangan merupakan hal yang amat penting dalam olahraga Judo atau Gulat. Oleh karena itu berat tubuh menjadi hal yang perlu dipertimbangkan. Pada posisi tertentu seseorang yang lebih berat akan lebih sukar untuk digoyahkan atau dihilangkan kesetimbangannya daripada orang yang lebih ringan beratnya.

- e. Keseimbangan Pada Arah yang Dicendruangi Berbanding Langsung dengan Jarak Lurus Titik Berat Tubuh dari Sisi Tumpuannya ke Arah yang Dimaksudkan oleh Gerakan Tubuh.

Hal ini berlaku bagi setiap ketinggian dari titik berat tubuh di atas tumpuan. Misal: Jika pelari telah berada dalam posisi "awas" pada saat start maka ia akan menjatuhkan berat badannya ke muka sehingga titik berat tubuhnya berada diantara kedua tangannya. Dalam posisi seperti ini, kecenderungannya untuk jatuh ke muka lebih besar daripada jika posisi titik berat tubuhnya berada diantara kedua kakinya.

Gambar di bawah ini memperlihatkan berbagai macam tingkat keseimbangan dari tubuh dalam hubungannya dengan daerah tumpuan tubuh. Tingkat kestabilan semakin tinggi mulai dari gambar A – D dengan meningkatnya daerah tumpuan tubuh. Hal yang sama juga akan terjadi dengan meningkatnya pusat gaya berat yang mendekati daerah tumpuan.



Gambar 11. Peningkatan Keseimbangan  
(Sumber: Bunn, 1972)

f. **Kesetimbangan Akan Lebih Besar Jika Gesekan antara Tempat Tumpuan dan Bagian Tubuh yang Berkontak dengan Permukaan Mantap**

Pemakaian sepatu pada permukaan yang keras dan pemakaian paku atau taji pada sepatu lari, sepatu softball, sepatu sepakbola, dan lain-lain kesemuanya meningkatkan kesetimbangan.

### 3. Pusat Gaya Berat/Titik Berat Tubuh (*Center of Gravity*)

Kirby dan Roberts (1985) menjelaskan bahwa pusat gaya berat adalah suatu penjelasan secara teori tentang suatu titik tempat berat seluruh tubuh atau benda dipusatkan. Tidak hanya tubuh yang mempunyai pusat gaya berat ini tetapi setiap bagian/segmen dari tubuh juga mempunyainya. Misalnya, lengan atas, lengan bawah dan tangan, setiap bagian/segmen tersebut mempunyai pusat gaya berat sendiri-sendiri. Hal yang sama juga berlaku jika seluruh atau beberapa bagian tubuh dikombinasikan sebagai suatu unit atau kesatuan maka ia juga akan mempunyai suatu titik pusat gaya berat pada titik dimana beratnya dikonsentrasikan. Penentuan pusat gaya berat akan menjadi sulit jika suatu benda tidak mempunyai bentuk kepadatan yang nyata atau simetris. Bentuk yang simetris atau padat misalnya, sebuah bola basket, empat persegi panjang kayu, dan 10 cm kawat.

Pusat gaya berat pada tubuh manusia sukar untuk ditentukan karena ia berpindah sesuai dengan setiap gerakan yang dilakukan. Jika pendistribusian berat tubuh berubah maka pusat gaya berat akan berpindah ke tempat atau yang lebih berat konsentrasinya. Ketinggian pusat gaya berat pada tubuh manusia beragam yang sesuai dengan umur, jenis kelamin, dan perkembangan tubuh.

Pusat gaya berat dari orang dewasa yang berdiri tegak terbentang di sekitar pelvis. Karena kepala anak-anak secara proporsional lebih besar

dibandingkan dengan tubuhnya, maka pusat gaya beratnya cenderung secara relatif lebih tinggi daripada orang dewasa.

Perbedaan jenis kelamin juga menentukan pusat gaya berat. Kirby dan Roberts (1985) menjelaskan bahwa untuk wanita pusat gaya beratnya mendekati sekitar 55 % dari ketinggian tubuhnya pada saat ia berdiri tegak. Pada pria pusat gaya beratnya mendekati sekitar 56-57% dari ketinggian tubuhnya pada saat ia berdiri tegak.

Lebih lanjut Kirby dan Roberts (1985) menambahkan bahwa secara anatomis terdapat dua hal yang menyebabkan perbedaan tersebut. Adapun kedua perbedaan itu adalah:

- a. Pada pria terjadi perkembangan otot yang lebih besar pada daerah sekitar bahu sehingga pria cenderung untuk memiliki suatu proporsi yang lebih besar dari berat tubuh bagian atasnya
- b. Pada wanita terdapat lebih banyak jaringan lemak pada daerah pelvis sehingga wanita cenderung untuk mempunyai suatu proporsi yang lebih besar daripada berat tubuh bagian bawah

Jensen dan Schultz (1972) menerangkan bahwa pusat gaya berat dapat dijelaskan sebagai:

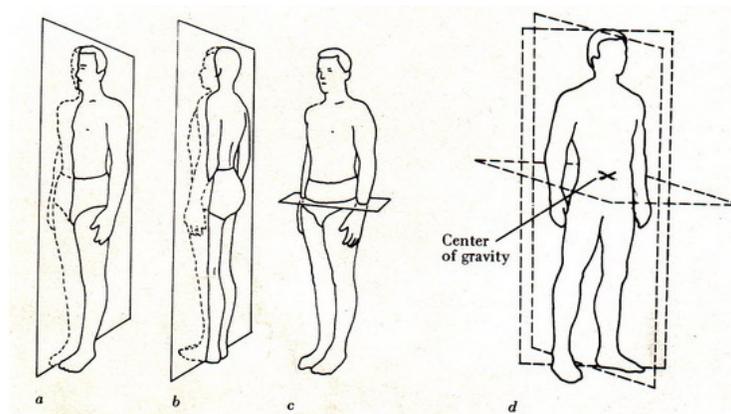
- a. sebuah titik pusat tempat tubuh dapat berputar ke segala arah dengan bebas;
- b. titik pusat tempat berat benda sebanding dalam segala arah yang berlawanan; atau
- c. titik pusat dari tiga bentuk bidang utama tubuh (*sagital, frontal, dan transverse*)

Bidang *sagital* adalah pembagian tubuh pada saat seseorang berdiri yang diumpamakan ada garis yang membelahnya menjadi dua bagian, yaitu sebelah kiri dan kanan (Gambar 12.a) Bentuk ini disebut juga dengan *anterior-posterior* atau *median*. Contoh, gerakan lengan dan kaki pada saat berjalan.

Bidang *frontal* adalah pembagian tubuh berdasarkan pembelahan vertikal atau bagian muka dan belakang (Gambar 12.b) Pembagian ini dikenal juga dengan nama *lateral* atau *coronal*. Contohnya, gerakan lengan selama melakukan teknik gaya punggung pada renang.

Bidang *transverse* adalah pembagian bidang tubuh dengan cara membagi bagian tubuh atas dan bawah (pemotongan pada garis tengah tubuh) (Gambar 12.c). Contoh gerakan pada saat melakukan perputaran pada tubuh atau pada saat melempar cakram.

Pertemuan titik dari ketiga bidang pembagian tersebut akan merupakan pusat gaya berat atau titik berat tubuh (Gambar 12.d), lihat gambar di bawah ini:



Gambar 12. Pembagian Bidang Tubuh

#### 4. Garis Gaya Berat/ Garis Titik Berat Tubuh (*Line of Gravity*)

Kirby dan Ronald (1985) menjelaskan bahwa konsep yang berhubungan dengan garis gaya berat adalah garis dari titik berat tubuh (*line of gravity*). Garis titik berat tubuh (*line of gravity*) adalah suatu garis khayal vertikal yang menembus garis gaya berat tubuh (*center of gravity*). Garis ini dibentuk oleh pertemuan bentuk tubuh sagital dan frontal pada tubuh manusia dalam posisi anatomis. Garis gaya berat mewakili arah

gerakan berat tubuh pada setiap benda. Ini adalah garis tegak lurus kepermukaan bumi melalui tubuh/benda.

## 5. Bentuk Tubuh/ Perawakan (*Posture*)

Schultz dan Jensen (1972) menjelaskan bahwa bentuk tubuh dapat diperhitungkan dalam keadaan statis dan dinamis. Bentuk statis, misalnya, berdiri dan duduk, lebih mudah untuk diberikan pedoman daripada bentuk dinamis (posisi tubuh dalam keadaan bergerak akan menghasilkan berbagai macam bentuk). Bagaimanapun juga banyak petunjuk bagi bentuk statis akan dapat dipergunakan secara efektif bagi bentuk dinamis.

Selanjutnya, Schultz dan Jensen (1972) menambahkan bahwa perlunya bentuk tubuh yang baik sangat penting karena:

- a. akan membantu berfungsinya sistem alat-alat/organ tubuh
- b. mengurangi terjadinya *strain* pada otot, ligament, dan tendon
- c. meningkatkan daya tarik dari individu. Bentuk tubuh juga akan mempengaruhi suatu konsep diri dan karenanya mempunyai implikasi secara psikologis.

Keputusan tentang bagaimana suatu bentuk tubuh yang baik seharusnya dilihat dan didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan psikologis, anatomis, dan estetis.

Secara psikologis bentuk tubuh yang baik adalah bentuk yang memungkinkan sistem organ tubuh berfungsi dengan efisien. Bentuk-bentuk yang dapat menghalangi pencernaan dan pernafasan tidaklah baik. Misal, berdiri dengan kaku/tegang dapat menghalangi peredaran darah.

Secara anatomis bentuk tubuh yang baik adalah pada saat tubuh mempunyai posisi kesetimbangan yang baik (bentuk tubuh secara vertikal segaris) dan otot berada dalam keadaan relaksasi sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya *strain* pada otot.

Secara estetis bentuk tubuh yang baik adalah pada saat ia memberikan sumbangan kepada daya tarik kepada individu. Bentuk tubuh yang secara estetis baik cenderung menjadikannya baik dari segi psikologis dan anatomis.

## B. Mobilitas (*Mobile*)

Lawan kata dari kesetimbangan adalah bergerak atau mobilitas (*mobile*). Selain faktor kesetimbangan sangat penting dalam pendidikan jasmani dan olahraga, faktor yang juga perlu diperhitungkan adalah mobilitas. Kirby dan Roberts (1985) membagi faktor ini dalam hal:

1. *starting* (saat memulai gerakan)
2. *faking* (gerak tipu/pura-pura), dan
3. *stopping* (berhenti dari gerakan).

Semua gerakan ini sering dilakukan pemain dalam usaha mereka menipu lawan agar mendapatkan posisi atau melepaskan penjagaan sehingga hasil yang diinginkan dapat tercapai. Hal ini dapat dilakukan selama tidak bertentangan dengan aturan permainan yang berlaku.

### 1. Saat Memulai Gerak (*Starting*)

Saat memulai gerak (*starting*) merupakan faktor kunci keberhasilan dalam berbagai cabang olahraga seperti lari cepat, renang, pemain softball/baseball yang berusaha untuk melakukan gerakan yang cepat dan tepat bersamaan dengan bunyi letusan (dalam renang dan lari atau saat bersamaan dengan pemukul pada softball/baseball) untuk mencapai garis akhir atau mendekati petak (*base*).

Di dalam start penekanannya adalah untuk segera bergerak secepat mungkin dari posisinya dan kembali ke posisi yang sesuai untuk mengembangkan kecepatan yang diinginkan dalam usaha mencapai jarak

yang ditempuh dengan waktu yang sesingkatnya.

Dalam usahanya untuk mendapatkan cara tercepat kearah tujuan yang ingin dicapai pada saat *start*, seorang atlit seharusnya mempersempit daerah tumpuan tubuh, meningkatkan titik pusat gaya berat tubuh, dan memposisikan garis dari titik berat tubuh dekat kepada sisi tumpuan berat tubuh pada arah yang ingin dituju. Semua keadaan ini menjadikan posisi kesetimbangan atlit kearah posisi yang paling kurang stabil sehingga ia dapat dengan secepat mungkin dapat memulai gerakannya. Sebagai tambahan, Bunn (1972) menyarankan bahwa kecepatan dalam melakukan start ini juga bergantung kepada posisi kaki depan waktu start. Jika atlit biasa menggunakan tangan kiri (*kidal/left handed*) seharusnya ia memulai start dengan kaki kanannya di depan dan sebaliknya jika atlit tidak kidal (*right handed*) sebaiknya ia memposisikan kaki kirinya di depan. Jika posisi ini dibalikkan pemakaiannya maka *start* menjadi lambat.

## 2. Gerak Tipu/Pura-Pura (*Faking*)

Dalam beberapa kegiatan olahraga suatu tindakan gerak tipu yang dilaksanakan dengan sempurna merupakan suatu taktik dan keunggulan seorang pemain untuk mengecoh lawannya. Tujuan dari gerak tipu adalah untuk mengelabui lawan bermain (penjaga) sehingga penjaga kehilangan keseimbangan atau bergerak kesuatu arah sementara itu pelaku melakukan gerakan kearah lainnya (yang berbeda). Misalnya, dalam permainan bolabasket.

Seorang pemain bolabasket sering melakukan gerak tipu dengan cara berpura-pura bergerak kesuatu arah dan kemudian dengan cepat merubah arah gerakannya kearah yang berlawanan. Gerakan ini dilakukan untuk membebaskan diri dari penjagaan lawan dan dengan segera menempati posisi kosong untuk menerima umpan dan mencetak

angka. Cara ini dapat dilakukan dengan menggerakkan kepala, bahu, dan lengan dalam satu arah sehingga daerah pinggang bergerak ke arah yang berlawanan. Gerakan seperti ini, bagi penjaga, menimbulkan suatu gambaran kearah mana pemain lawan akan bergerak. Oleh karena itu pelatih atau guru pendidikan jasmani sering menginstruksikan para pemain bolabasket untuk memperhatikan daerah sekitar pinggang lawan dalam melakukan penjagaan daripada memperhatikan bagian tubuh atasnya.

### 3. Berhenti dari Gerakan (*Stopping*)

Keterampilan atlit dalam melakukan gerakan berhenti dengan seketika atau memperlambat gerak majunya juga merupakan faktor yang harus diperhitungkan atau dipelajari dengan baik. Hal ini dapat mencegah terjadinya benturan atau berhenti dalam posisi yang aman dan menerima umpan dari kawan. Jika atlit ingin melakukan gerakan berhenti dari gerak majunya, maka beberapa hal yang dapat dilakukan adalah:

- 1) memperbesar jarak antara garis pusat tubuh dan sisi depan dari tumpuan
- 2) merendahkan titik pusat berat tubuh

Hal yang biasa dilakukan oleh seorang atlit untuk hal ini adalah dengan cara membawa tubuhnya ke arah belakang, menekuk lutut untuk merendahkan pusat gaya berat tubuh, dan memperpanjang langkah untuk meningkatkan jarak horizontal antara garis berat tubuh dan sisi depan dari tumpuan tubuh.

# Bab 4

## GERAKAN

### A. Bentuk Gerakan

Dalam kegiatan olahraga gerakan suatu benda dapat diamati dengan memperhatikan perubahan posisi dari benda atau obyek tersebut dalam ruang dan waktu. Perubahan yang terjadi pada benda atau obyek ini dimungkinkan oleh adanya suatu daya yang bekerja padanya sehingga mampu memindahkan dari posisi diam benda atau objek ke posisi lain atau tempat lain. Daya yang bekerja ini tidak lain adalah kontraksi otot. Daya inilah yang dalam gerakan olahraga yang memungkinkan obyek-obyek bergerak dalam bentuk yang bervariasi. Ada yang bergerak lurus, melengkung, mengayun, memutar, dan lain-lain. Secara umum semua gerakan yang ada tersebut dapat dikategorikan dalam tiga bentuk. Hay, (1985) menamakannya dengan: 1 gerak lurus, 2. gerak putar, dan 3. gerak gabungan.

#### 1. Gerak Lurus (*Translation/Linear Motion*)

Gerak ini dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu, gerak lurus (*translation*) disebut juga *rectilinear*, yaitu gerakan suatu obyek yang jika diamati akan meninggalkan jejak berupa suatu garis lurus. Misal, jalannya bola bowling yang menggelinding. Gerak lengkung disebut juga *curvilinear*, yaitu gerakan suatu obyek yang membuat jejaknya berupa garis lengkung. Misalnya jalannya bola atau peluru di udara.

## 2. Gerak Putar (*Rotation/Angular Motion*)

Gerakan ini dapat dilihat dari gerakan lengan yang diputar pada sendi bahu sehingga membuat suatu lingkaran. Gerak putar terjadi bila suatu obyek bergerak pada jalan yang melingkar atau mengelilingi satu titik yang tetap. Jarak yang dicapai bisa berupa busur atau lingkaran penuh. Pemakaian *rotary* dan *angular* sering dipertukarkan dalam beberapa keterangan. Jensen dan Schultz (1977) menjelaskan bahwa *rotary* biasanya dipakai untuk benda yang bergerak dan kontak pada sekitar titik tumpunya (gerakan anggota tubuh pada persendian). Sedangkan *angular* adalah istilah yang dipakai bagi benda yang bergerak bebas tanpa melekat pada titik tumpu (salto di udara)

## 3. Gerak Gabungan

Gerak ini terjadi secara bersama antara gerak lurus dan gerak putar. Sebagian segmen dari benda bergerak lurus dan sebagian lagi bergerak berputar. Misalnya pada pengendara sepeda. Tubuh atau segmen bagian atas bergerak lurus sebagai akibat dari hasil gerakan mendayung atau memutar dari kedua kakinya.

## B. Dasar Hukum Gerak

Banyak petunjuk-petunjuk pembelajaran atau pelatihan dalam olahraga untuk meningkatkan hasil gerakan atau keterampilan yang diambil dari sejumlah prinsip gerakan. Prinsip-prinsip ini sebenarnya berasal dari tiga dasar hukum gerakan yang dikembangkan oleh Isaac Newton (1642 - 1727). Ketiga hukum tersebut dinamakan: a) Hukum Kekekalan (*Law of Inertia*), b) Hukum Percepatan (*Law of Acceleration*), dan c) Hukum Reaksi (*Law of Counter Force*).

## 1. Hukum Kekekalan

Hukum pertama ini berbunyi, "suatu benda yang dalam keadaan diam cenderung untuk tetap diam, sedangkan suatu benda yang bergerak cenderung untuk terus bergerak dengan kecepatan dan arah yang sama kecuali ada daya luar yang mempengaruhinya".

Hukum ini menunjukkan bahwa adanya suatu usaha perlawanan terhadap setiap perubahan yang terjadi pada gerakan. Usaha perlawanan untuk menambah gerakan ini disebut *inertia*.

Untuk memulai suatu gerakan diperlukan adanya suatu daya. Demikian juga halnya dengan memperlambat, mempercepat, merubah arah atau memberhentikan gerakan suatu obyek. Lebih besar perubahan yang diinginkan dalam kondisi yang ada dari gerakan maka lebih kuat lagi daya yang diperlukan untuk menghasilkan perubahan tersebut.

Untuk meningkatkan hasil gerakan, Jensen dan Schultz (1977) menjelaskan beberapa prinsip yang berhubungan dengan hukum kekekalan ini, yaitu bahwa :

### a) Tampilan yang Berhasil Baik Sering Mengkombinasikan Secara Tepat Guna Gerak Lurus dan Putar.

Misalnya : pada lemparan cakram. Si pelempar menggerakkan seluruh badannya dari belakang lingkaran lempar sampai ke muka dalam garis lurus. Pada saat melempar ini ia menghadapi *inertia* cakram untuk digerakkan ke arah yang diinginkannya. Pelempar memutar seluruh tubuhnya dengan meningkatkan kecepatan gerak maju ke muka. Kemudian, saat mendekati akhir dari gerakan putaran tubuhnya, cakram tersebut dilemparkan dengan putaran tubuh bagian atas dan gerak putar dari lengan yang melemparkan cakram. Ketiga

macam gerakan ini jika dilakukan secara jitu dengan urutan dan waktu yang tepat akan menghasilkan kecepatan maksimal akhir dari cakram ke arah yang diinginkan.

Misal: pada pelompat jauh atau tinggi. Para pelompat ini memakai gerak lurus pada saat mengambil awalan dan gerak putar (*angular*) pada saat menolak (*take-off*). Saat awalan adalah saat mengatasi *inertia* untuk bergerak maju sedangkan dorongan ke atas (vertikal) mengatasi *inertia* untuk bergerak ke atas. Penekanan dalam gerakan ini tergantung pada tujuan yang ingin dicapai (gerak vertikal atau horizontal).

- b) Pada Kegiatan dimana Dua atau Lebih Gerakan Berurutan Mengarah kepada Suatu Gerakan dalam Arah yang Sama, Sebaiknya Tidak Ada Masa Istirahat Diantaranya.

Penyelesaian dari gerakan pertama menunjukkan penanggulangan atas sejumlah *inertia*. Setiap keraguan sebelum gerakan berikutnya akan menghilangkan sebahagian atau seluruh keuntungan yang telah dicapai oleh gerakan terdahulu.

Contoh: Pada saat pelompat galah menarik badannya ke atas, kemudian memutar/membalik dan mendorong lebih jauh lagi ke atas. Pada saat ini sebaiknya tidak ada masa istirahat antara gerakan menarik dan mendorong. Kedua gerakan mengarah kepada suatu gerakan dalam arah yang sama.

Contoh lain, pada waktu melakukan kip, pesenam menarik badannya ke atas dan kemudian mendorongnya lebih ke atas lagi. Sebaiknya juga tidak ada gerakan berhenti/istirahat diantara tarikan dan dorongan.

c) **Momentum Adalah Hasil dari Masa Dikalikan Kecepatan.**

Jika salah satu dari komponen ini ditingkatkan maka benda secara sebanding akan mempunyai momentum yang lebih besar. Dengan lebih besarnya momentum dari benda maka lebih besar tahanan (*inertia*) yang akan dihadapi untuk merubah arah atau kecepatan. Lebih lanjut jika gerakan dari benda menjadi suatu daya (jika ia bersentuhan dengan benda lain) maka daya tersebut akan sama dengan momentum.

Contoh: Pemilihan alat pemukul yang lebih berat (softball bat) atau alat pemukul lainnya yang memberikan kesempatan untuk menghasilkan momentum yang lebih besar (hanya jika kekuatan otot cukup sehingga kecepatan ayunan tidak berkurang). Lebih besar momentum akan dihasilkan oleh alat yang lebih panjang, karena jika sudut kecepatannya sama maka alat yang lebih panjang akan bergerak lebih cepat daripada alat yang pendek.

d) **Momentum yang Dikembangkan dalam Suatu Bagian Tubuh Akan Dipindahkan ke Seluruh Tubuh. Lebih Panjang dan Berat Bagian-Bagian Tubuh Tersebut dan Lebih Besar Kecepatannya maka Lebih Besar Sumbangannya kepada Momentum Seluruh Tubuh.**

Contoh: pelari pada balok start. Gerakan ayunan lengannya ke muka menyumbangkan momentum ke seluruh tubuh. Contoh lain adalah pada saat melakukan lompatan. Gerak ayunan lengan dan kaki memberikan momentum kepada seluruh tubuh.

## 2. Hukum Percepatan

Hukum Newton yang kedua ini berbunyi : "Kecepatan suatu benda akan berubah hanya jika dipengaruhi oleh daya tambahan. Hasil percepatan atau perlambatan sebanding dengan dan dalam arah yang sama dari daya".

Maksud dari hukum ini adalah jika dorongan atau daya penggerak dari benda atau obyek didua kali lipatkan, maka tingkat percepatan akan dua kali lipat pula. Demikian pula jika daya ditiga kali lipatkan, maka tingkat percepatan akan meningkat secara sebanding pula. Hal ini berarti juga jika daya tahanan diberikan secara langsung berlawanan dengan gerakan suatu benda, maka :

- a) akan memperlambat benda dan akhirnya menghentikannya jika daya tersebut lemah tetapi berlanjut terus (tahanan udara atau air)
- b) akan menghentikan benda jika besarnya tahanan sebanding momentum benda itu; atau
- c) akan membalikkan arah benda jika besarnya tahanan lebih besar daripada benda tersebut.

Dalam hal ini Jensen dan Schultz (1977) menjelaskan beberapa prinsip-prinsip yang akan memberikan kecepatan atau pendaaygunaan kecepatan dan momentum. Prinsip-prinsip itu adalah :

- a) Percepatan Sebanding dengan Daya yang Menyebabkannya (masa tetap). Untuk Tahanan Udara dan Air Disesuaikan dengan Teori Pangkat Dua (*theoretical square law*).

Contoh: seorang pelari cepat (*sprinter*) meningkatkan kecepatannya dengan meningkatkan daya terhadap permukaan lintasan lari. Seorang perenang akan meningkatkan percepatannya sebanding dengan daya yang diberikan terhadap air dengan bantuan lengan dan kaki.

Sehubungan dengan percepatan harus disadari bahwa dalam kontraksi otot pada gerakan-gerakan tubuh dihasilkan daya. Lebih bertenaga daya kontraksi akan mengeluarkan lebih banyak energi. Pengeluaran energi dan kontraksi otot berbeda secara pangkat tiga dari kecepatan kontraksi. Jika otot A berkontraksi dua kali secepat otot B maka pengeluaran energinya sebanyak delapan kali lebih besar daripada otot B. Hal ini sangat besar pemakaiannya dalam kegiatan yang menuntut daya tahan (*endurance*)

- b) Untuk Mendapatkan Percepatan Tertinggi Seluruh Daya yang Tersedia Harus Diadakan Secara Berurutan pada Saat yang Tepat dan Langsung dalam Garis Gerakan yang Diinginkan.

Gerakan-gerakan tubuh yang berlebihan (tak ada hubungannya) dengan gerakan yang dimaksudkan harus dikurangi seminim mungkin, karena hal ini membuang-buang energi dan mempengaruhi gerakan.

Contoh: seorang perenang dengan gaya *crawl* yang mendorong tubuhnya ke arah yang diinginkannya dan mengurangi gerakan yang tidak berguna seperti mengangkat tubuhnya ke atas atau menggerak-gerakkannya dari sisi ke sisi.

- c) Pada Saat Tubuh Berputar, Memperpanjang Jari-Jari Akan Memperlambat Putaran, sedangkan Memperpendek Jari-Jari Akan Meningkatkan Putaran.

Contoh: peloncat indah. Jumlah putaran akan meningkat jika tubuh dilipat karena jari-jari putaran tubuh akan lebih pendek. Contoh lain pada, penari atau pemain *skate*. Mereka akan meningkatkan kecepatan putaran (*spin*) dengan cara membawa lengannya dekat ke badannya, atau memperlambat kecepatan dengan menjangkaukannya ke luar.

- d) Gerakan Berayun, Jari-Jari Putaran Harus Diperpendek pada Saat Mengayun ke Atas dan Diperpanjang pada Saat Mengayun ke Bawah.

Contoh: pada saat melakukan "*giant swing*" pada palang atau gerakan berputar. Pesenam memperpendek jari-jari putaran selama mengayun ke atas (untuk mengurangi efek gravitasi) dan memperpanjang jari-jari pada saat mengayun ke bawah (untuk memungkinkan gravitasi memberikan efek maksimal).

- e) Pada Saat Tubuh di Udara, Gerakan-Gerakan dari Bagian-Bagian Tubuh Akan Mengakibatkan Tubuh Berputar di Sekitar Pusat Titik Berat Tubuh tetapi Jalur Terbangnya Tidak Dipengaruhi.

Gerakan-gerakan tertentu sangat berguna dalam mengontrol putaran dan kesetimbangan, dan terutama sekali berguna pada saat persiapan untuk mendarat. Sementara tubuh di udara, jika suatu bagian bergerak pada satu sisi dari sumbu putaran, hal ini menyebabkan gerakan dengan besar yang sama pada sisi yang lain dari sumbu putaran.

Contoh: lari gawang. Pada saat lari gawang, lengan yang berlawanan dengan kaki depan harus didorong ke muka dan sedikit ke arah kaki tersebut untuk memungkinkan atlet menjaga kesetimbangannya dalam arah maju yang lurus. Jika hal ini tidak dilakukannya, tubuhnya cenderung untuk berputar menjauh dari kaki depan dan ia tidak akan mendarat pada arah larinya. Selanjutnya, tubuh harus dilemaskan ke muka karena pada saat kaki dihentakkan ke bawah untuk segera kontak dengan tanah, tubuh bagian atas cenderung untuk lurus. Jika terlalu banyak kecenderungan untuk lurus, pelari kehilangan gerak majunya yang

sangat penting untuk mengarahkannya kembali ke gawang berikutnya.

Di dalam banyak gerakan seperti berlari, gerakan berlawanan dari bagian-bagian tubuh untuk menjaga kesetimbangan merupakan gerak yang otomatis.

### 3. Hukum Aksi-Reaksi

Hukum ini mengatakan bahwa, "hasil dari setiap daya menimbulkan daya lain yang berlawanan dan sebanding dengan daya pertama". Setiap aksi akan menimbulkan reaksi yang sama dan berlawanan arah. Bila benda pertama mengeluarkan daya dan dikenakan kepada benda ke dua, maka benda ke dua akan mengeluarkan daya yang sama dan berlawanan arah. Daya pertama disebut aksi dan daya ke dua dengan reaksi

Pada saat melakukan lompatan ke atas, permukaan bumi (tanah) memungkinkan terjadinya dorongan. Daya otot yang diarahkan ke bawah (tanah) tidak cukup kuat untuk menghadapi *inertia* dari bumi dan daya reaksi dari bumi yang mendorong kembali sangat efektif untuk mendorong si pelompat.

Dalam berenang, yaitu ketika kedua tangan diarahkan ke belakang terhadap air dan air menghasilkan daya reaksi yang berguna untuk memungkinkan daya reaksi yang bermanfaat untuk mendorong maju. Daya reaksi inilah yang memungkinkan perenang bergerak.

Jika tubuh berada di udara seperti lompat jauh, gerakan dari sebahagian tubuh akan memberikan suatu gerakan balik dari bagian tubuh yang lain, tetapi tidak merubah jalur terbang dari titik berat tubuh. Hal ini dikarenakan udara tidak memberikan tahanan yang cukup untuk menghasilkan daya balik yang sebanding seperti pada bumi dan air.

Dari hukum Newton yang terakhir ini Jensen dan Schultz (1977) memberikan beberapa prinsip yang perlu diperhatikan pada saat atlit

memberikan daya otot-ototnya terhadap suatu obyek. Adapun prinsip-prinsip tersebut adalah :

- a) Jika Suatu Daya dikenakan kepada Permukaan yang Mantap, Daya Reaksi Akan Dipantulkan kepada Benda yang Memberikan Daya Tersebut. Jika Permukaan Kurang Mantap maka Daya Reaksi Akan Kurang Pula.

Contoh: pada saat berlari atau melompat, permukaan bumi mendorong kembali dengan daya yang sama terhadap daya yang datang sehingga tubuh terdorong. Jika permukaan dari pasir maka daya balik akan banyak berkurang sehingga pelari atau pelompat akan menerima dorongan yang kurang kuat pula. Hal yang sama akan terjadi pula jika permukaan atau sepatu yang dipakai tidak cukup membuat gesekan yang mantap, maka hasilnya akan sama dengan contoh di atas.

Air memberikan tahanan yang kurang kuat dibandingkan dengan permukaan yang padat. Oleh karena itu daya dorong kembali di air lebih kecil daripada di permukaan yang padat.

- b) Arah Daya Reaksi Berlawanan dengan Daya yang Diberikan. Pemberian Daya Sangat Efektif jika Tegak Lurus Terhadap Permukaan Penopang.

Pemberian daya yang tegak lurus terhadap permukaan penopang akan memperkecil kemungkinan terpeleset. Contoh: untuk mencapai ketinggian maksimal dalam lompatan, daya yang diberikan harus diarahkan langsung ke bawah. Contoh lain pada balok start. Balok start merubah sudut dari permukaan penopang. Oleh karena itu usahakan permukaan penopang agak lebih tegak lurus terhadap arah yang diinginkan dari tolakan.

- c) Sejumlah Daya yang Diberikan dari Suatu Alat Pemukul Terhadap Benda Tergantung kepada Kombinasi Momentum dari Alat atau Benda pada Saat Perkenaan. Setiap linciran pada Alat atau Benda pada Saat Perkenaan Akan Mengurangi Daya Dorong (kecuali jika alat pemukul atau benda sangat elastis)

Contoh: jika memegang suatu alat pemukul, pegangan (*grip*) harus kokoh pada saat perkenaan, karena hal ini dapat mengurangi atau menghindari adanya kelinciran pada grip. Jika suatu benda dipukul oleh bagian tubuh seperti menendang bola atau memukul dalam bertinju, maka seluruh persendian yang tidak bergerak harus kokoh pada posisinya.

- d) Jika Permukaan Suatu Alat Mempunyai Elastisitas, Suatu Daya yang Diberikan yang Menghasilkan Lenturan atau Tekanan Akan Menunjukkan Sejumlah Daya yang Tersimpan.

Daya yang tersimpan ini meningkatkan daya dorong melampaui yang seharusnya jika elastisitas tidak ada. Contoh: pada saat kontak dengan permukaan *trampoline* kedua kaki harus kaku untuk menekan, sehingga menyebabkannya memberikan daya yang lebih besar. Tehnik yang dipakai untuk mengurangi daya lentur *trampoline* adalah dengan melenturkan persendian-persendian penopang pada saat perkenaan.

- e) Di dalam Gerakan-Gerakan Melempar, Mendorong, Menarik, dan Memukul, Satu Kaki atau Keduanya Harus Dipertahankan Tetap Kokoh pada Penumpu Sampai Daya yang Memberikan Gerakan Selesai.

Jika hal seperti yang dimaksudkan di atas tidak dilakukan maka daya maksimal tak akan tercapai. Contoh: jika penolak peluru melepaskan kontak kakinya dengan tanah sebelum gerakan utama yang menghasilkan daya selesai, maka daya yang didapat akan berkurang. Hal yang sama terjadi pula pada saat memukul pada softball dan golf.

# Bab 5

## DAYA

Daya dapat diterangkan sebagai dorongan atau tarikan. Suatu objek dalam keadaan diam atau bergerak akan dapat dirubah posisinya oleh suatu tindakan dari objek lain. Pengaruh tarikan atau dorongan dari objek yang satu terhadap objek yang lain dapat disebut dengan daya. Jika suatu benda yang dalam keadaan diam akan dapat dirubah menjadi bergerak, jika suatu objek memberikan daya kepada benda tersebut. Hal yang sama juga akan terjadi pada benda yang bergerak. Gerakan benda dapat dipercepat atau diperlambat jika objek lain memberikan daya padanya. Biasanya suatu objek memberikan daya dan objek lain menerimanya. Dalam beberapa segi satu sama lainnya saling memberikan daya. Suatu daya tidak akan efektif dalam menghasilkan gerakan kecuali kekuatannya cukup kuat untuk mengatasi *inertia* dari benda yang menerima daya.

Kebanyakan prinsip dari daya adalah untuk menghasilkan daya maksimal yang lebih besar. Tetapi harus diingat bahwa dalam beberapa segi tidaklah demikian. Misalnya: gerakan "*lay-up*" dalam basketball, "*put*" pada golf, dan "*bunt*" di softbal/baseball. Beberapa contoh dalam cabang olahraga di atas menunjukkan bahwa daya maksimal tidaklah begitu diperlukan.

Secara garis besar Jensen dan Schultz (1977) mengelompokkan prinsip-prinsip daya sebagai berikut:

- A. Prinsip Umum Daya
- B. Daya Sendiri dan Daya Positif Lainnya
- C. Daya-Daya Lingkungan
- D. Penghilangan Daya

## A. Prinsip Umum Daya

Setiap benda yang bergerak mempunyai masa dan kecepatan tertentu. Hasil dari masa dan percepatan dikenal dengan momentum atau kuantitas gerakan. Di dalam gerakan memukul, final momentum, merupakan faktor yang sangat penting untuk menghasilkannya. Kecepatan akhir merupakan faktor utama dalam, melompat dan melempar. Setiap gerakan manusia dibangun dari gabungan otot dan daya gravitasi yang beraksi pada benda baik dalam keadaan diam atau bergerak. Jika benda telah mendapatkan momentum dalam arah yang tepat sebelum daya dikenakan padanya, daya akan bertambah efektif

### 1. Daya Total

Suatu daya total (kecepatan) merupakan jumlah dari daya-daya (kecepatan-kecepatan) dari setiap bagian tubuh yang berperan untuk beraksi, jika daya-daya diaplikasikan dalam satu arah dan dalam urutan serta pengaturan waktu yang tepat. Contoh: pada saat bola lepas dari tangan, bola yang dilemparkan bergerak dalam suatu kecepatan yang hampir sama dari jumlah kecepatan pada seluruh bagian-bagian tubuh yang berperan pada saat melepaskan bola. Di dalam melepaskan cakram, cakram yang dilemparkan bergerak dalam suatu kecepatan yang mendekati sama dengan jumlah kecepatan-kecepatan dari daya-daya yang berperan. Dalam hal ini termasuk gerakan lurus menyeberangi lingkaran, gerakan berputar dari seluruh tubuh, dan gerakan menyudut

dari bagian-bagian tubuh yang berlainan dalam menghasilkan gerakan melempar.

Di dalam setiap tampilan yang membutuhkan daya ledak (*explosive*), daya pada urutan berikutnya yang berperan dalam menghasilkan kecepatan sebaiknya diberikan atau diaplikasikan pada saat puncak dari daya yang terdahulu. Untuk memungkinkan hal ini terjadi, koordinasi maksimal dari gerakan-gerakan yang khusus sangatlah dibutuhkan. Jika daya kedua diaplikasikan terlalu lambat maka momentum dari daya pertama hilang. Jika daya kedua diaplikasikan terlalu cepat kemungkinan pengaruh total dari kedua daya akan berkurang.

## 2. Aplikasi Konstan Daya

Pengaplikasian daya sebaiknya konstan dan semantap mungkin sehingga daya maksimal dapat dipakai untuk mengatasi tahanan dari titik berat tubuh dan udara atau air, dan daya minimal dipakai untuk mengatasi *inertia*. Contoh: pada waktu mendorong mobil sedikit tenaga yang dibutuhkan untuk tetap mempertahankan mobil agar bergerak pada kecepatan yang tetap dibandingkan bila mempercepatnya. Berkendaraan akan lebih ekonomis jika kecepatan tetap daripada bila kendaraan dirubah-rubah kecepatannya. Gerakan-gerakan maju atau berhenti yang sering akan menambah pengeluaran energi. Jadi pelari atau perenang bergerak lebih efisien dan ekonomis jika kecepatannya tetap dan dengan pemakaian daya yang mulus. Dalam hal ini sedikit tenaga yang dipergunakan untuk mengatasi *inertia*.

## 3. Arah Aplikasi Daya

Secara umum seluruh daya sebaiknya dipakaikan sesegera mungkin searah dengan gerakan yang diinginkan. Daya-daya yang

diaplikasikan ke arah yang lain akan menghalangi gerakan kearah yang diinginkan atau hanya membuang-buang tenaga.

Contoh: perenang atau pelari seharusnya mengurangi daya-daya yang tidak mengacu ke arah depan. Kontraksi-kontraksi otot yang tidak produktif merupakan ciri dari tampilan yang tidak terlatih. Pelari yang berlari dengan ibu jari kakinya mengarah ke luar tidak akan dapat mengarahkan daya-dayanya langsung ke depan.

Pada saat pelompat galah melakukan tolakan akhir pada galah, situasi ini sangat penting baginya untuk mendekatkan galah ke tubuhnya, dengan pusat dari berat tubuh berada di atas kedua tangannya. Kalau hal ini tidak dilakukannya, daya dorong akan menambah momentum ke arah mendatar daripada vertikal.

#### 4. Jarak Aplikasi Daya

Jika sebuah daya konstan dikenakan pada tubuh, tubuh mengembangkan kecepatan yang lebih besar seperti jarak akhir daya yang dapat diaplikasikan meningkat.

Contoh: jika di dalam tolak peluru, si atlit memulainya dengan membelakangi arah tolakan dan bukan menyampinginya, keuntungan dari seperempat putaran akhir yang dipakai untuk mendapat daya tercapai. Seperempat dari putaran ini memungkinkan seorang penolak profesional seperti, Brian Olfield, untuk melampaui tolakan lawan-lawannya.

Hal yang sama juga berlaku pada lempar cakram. Kebanyakan dari gerakan melempar atau memukul (ditampilkan dengan tangan kanan) sebaiknya berakhir dengan kaki yang melangkah ke depan (kaki kiri) agak sedikit bergeser ke kiri dari garis arah yang diinginkan (garis lemparan). Posisi agak "terbuka" dari gerakan akhir ini memungkinkan jarak yang lebih besar untuk mendapatkan daya. Lebih besar jarak dari gerakan setiap bagian tubuh pada saat melempar, lebih besar kecepatan yang

menghasilkan dari bagian tersebut.

## 5. Daya Berlipat Ganda

Jika dua atau lebih daya beraksi pada tubuh atau dua atau lebih daya beraksi satu sama lain, hasil gerakan ditentukan oleh arah dan besarnya daya-daya yang beraksi tersebut. Jika dua daya beraksi pada arah yang sama, arah dari yang menghasilkan daya berada di antara keduanya, dan besarnya hasil daya lebih kuat dari salah satunya dan tidak sebanyak dari total kedua daya. Besar dan arah dari hasil daya dapat ditentukan dengan membuat suatu paralellogram daya. Contoh: pada waktu "*gather*" dalam loncat tinggi atau loncat jauh yang berarti mempersiapkan tubuh pada saat *take off* untuk memberikan daya vertikal dengan sedikit kemungkinan hilangnya momentum horisontal yang telah dikembangkan sebelumnya pada waktu awalan. Besar hasil dan arah terbang bergantung kepada sumbangan dari daya-daya horisontal dan vertikal.

Seorang peloncat tinggi mengaplikasikan daya ke permukaan dengan tolakan kakinya dan menambah lagi dengan bantuan ayunan tangannya. Seluruh daya-daya yang bekerja ini berada pada arah yang sama umumnya tetapi tidak persis sekali. Oleh karena itu hasil total daya vertikal kurang daripada jumlah seluruh daya yang berkontribusi.

## B. Daya Sendiri dan Daya Positif Lain

Kontraksi otot merupakan satu-satunya daya yang dibangkitkan sendiri oleh manusia. Bagaimanapun juga, daya lingkungan seperti gravitasi sering juga dipakai secara efektif bersama dengan kontraksi otot-otot. Prinsip-prinsip berikut ini harus diperhitungkan untuk mendapatkan hasil maksimal.

### 1. Pemilihan Otot yang Tepat

Atlit harus memilih otot-otot yang paling efektif untuk melakukan tugas gerakan. Di dalam suatu usaha maksimal, lebih kuat dan lebih banyak otot-otot yang dipakai bekerja dalam gerakan akan lebih besar daya dan kemungkinan otot mengalami *strain* akan kecil.

Contoh: pada waktu mengangkat benda yang berat, otot-otot kaki memberikan lebih besar kekuatan daripada otot-otot *extensor* pada punggung. Oleh karena itu mengangkat dengan kekuatan kaki agak lebih efektif dan kurang berbahaya. Dengan demikian, mengangkat benda yang berat membutuhkan kombinasi pemakaian otot-otot kaki dan punggung.

Dalam bertinju daya pukulan pada pukulan *hook* kiri akan paling keras jika hal ini dilakukan dari pinggang dan putaran badan. Sebaliknya, daya minimal yang terjadi jika hal ini dilakukan hanya dari gerakan bahu dan lengan.

### 2. Stabilitas dan Hilangnya Daya Efektif

Pada otot-otot tertentu harus disiapkan secara khusus, terutama sekali pada keterampilan-keterampilan yang bertahan berat. Demikian juga halnya dengan suatu dasar penopang yang mantap yang membantu untuk meningkatkan stabilitas dari tubuh dan bagian-bagiannya akan menolong untuk berkurangnya daya.

Contoh: daya pukulan akan lebih efektif jika seluruh persendian stabil atau bergerak pada arah gerakan saat terjadinya kontak dan kaki dengan kokoh berkontak dengan permukaan.

### 3. Pengaruh Sudut Aplikasi Daya

Di dalam gerakan-grakan menyudut dari bagian-bagian tubuh, hasil maksimal daya muncul jika anggota badan berada pada sudut siku-siku ke

arah objek digerakkan. Hal yang sama dapat dipakai pada saat menarik.

Contoh: seorang perenang yang memakai gaya *crawl* akan paling efektif di dalam pengaplikasian daya jika lengan dan tangannya tepat berada di bawah bahu. Dengan kata lain, jika anggota badan berada pada sudut siku pada arah dari gerakan-gerakan tubuh. Dalam posisi ini, pengaplikasian daya mempunyai hasil yang paling efektif.

Waktu memukul bola dalam permainan softball atau baseball, posisi dari daya yang paling efektif muncul jika gada hampir berada pada sudut siku dari lintasan bola. Daya yang diaplikasikan ke bola akan kurang efektif selain daripada posisi tersebut di atas.

#### 4. Ketegangan Otot Awal

Daya dari kontraksi otot mungkin diperbesar dengan meningkatkan tegangan awal dari otot (menyiapkan otot merentang). Lebih mendekati penyesuaian dari kontraksi otot, lebih sedikit daya yang dapat diaplikasikan. Tidaklah mungkin untuk menyatukan secara komplit prinsip ini dan yang terdahulu (pengaruh sudut aplikasi daya) secara bersamaan. Suatu penyesuaian sangatlah perlu. Contoh: menarik lengan ke arah belakang pada waktu persiapan atau awalan untuk melempar bola atau lembing, menempatkan otot-otot penggerak merentang, dengan demikian meningkatkan daya kontraksi awalnya.

Walaupun pada saat persiapan untuk suatu lompatan vertikal lutut tidak ditekuk sebelumnya, suatu tambahan gerakan sedikit menekuk mendahului lompatan memberikan ditingkatkannya rentangan dari otot-otot *extensor* dan menambah daya kontraksinya.

Mencondongkan badan ke belakang sebelum menendang menempatkan otot *rectus femoris* merentang dan memungkinkan lutut (dan otot-otot lain) memberikan daya yang lebih besar.

## 5. Daya Pukul

Jika kecepatan menyudut pada putaran konstan, kecepatan suatu tuas bergerak secara proporsional langsung kepada panjangnya. Prinsip ini didasarkan pada sistim dari tuas, yang berarti, jika suatu tuas tubuh diperpanjang dengan memperbesarnya atau menambahkannya dengan suatu alat seperti gada atau raket, kecepatannya akan ditingkatkan dan jarak dari gerakan dan daya pukul juga ditingkatkan.

Contoh : jika suatu raket tenis ditambahkan kepanjang dari tuas yang berputar pada bahu, panjang dari tuas sebenarnya hampir menjadi dua kali. Jika kecepatan menyudut pada bahu konstan, kecepatan akhir tuas (kepala raket) akan mendekati dua kalinya dari sebelum ia diperpanjang.

## 6. Oposisi (*Opposition*)

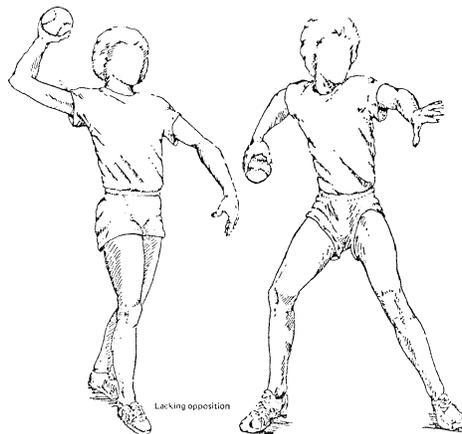
Torbert (1982) menambahkan bahwa *opposition* (oposisi) memerankan hal yang juga penting dalam hubungannya dengan pengaplikasian daya.

Oposisi adalah sisi yang berlawanan dari tubuh bagian atas dan bawah. Maksudnya, jika ingin melakukan suatu lemparan dan tangan yang melempar adalah tangan kanan, maka kaki kiri di depan. Sebaliknya jika pelempar memakai tangan kiri maka kaki kanan yang di depan. Cara inilah yang dianggap sewajarnya dan bukan kebalikannya. Lihat gambar 13.

Oposisi ini dilakukan agar memperoleh beberapa kemungkinan dalam hal:

- a. suatu persiapan ayunan dari belakang dan juga sebagai suatu kegiatan yang lebih kompleks dari gerak ikutan (*follow through*) yang akan meningkatkan waktu dan jarak sehingga daya dapat dibangkitkan dan diaplikasikan
- b. keterlibatan otot secara lebih banyak atau total melalui jumlah dan urutannya

- c. suatu peregangan yang sempurna atau penuh dari otot tubuh sebelum mereka berkontraksi
- d. perpindahan berat tubuh yang lebih besar yang memungkinkan berat tubuh untuk ikut serta dalam pengembangan daya yang maksimal
- e. suatu kesetimbangan posisi yang lebih baik sepanjang gerakan dan memungkinkannya untuk mendapatkan suatu posisi yang mantap sehingga pelempar dapat mendorong dan meningkatkan daya
- f. mendapatkan suatu kemudahan yang lebih besar dalam menyesuaikan pusat gaya berat melalui dasar tumpuan untuk keseimbangan tubuh yang baik
- g. mendapatkan suatu posisi yang dapat menyerap daya yang diterima dan juga sebagai persiapan untuk gerakan yang berikutnya.



Gambar 13. Oposisi

Kegagalan dalam pemakaian oposisi ini sering merupakan kesalahan umum yang dilakukan oleh anak-anak atau remaja dan orang yang belum berpengalaman atau bagi mereka yang telah mengembangkan gaya mereka sendiri.

Hal yang terjadi pada anak-anak dan remaja atau yang belum berpengalaman dapat dianggap sebagai bagian dari perkembangan dan pertumbuhan. Jika oposisi tidak juga muncul secara alamiah melalui pengalaman maka seharusnya hal tersebut harus diperhatikan atau diperbaiki.

Pada awal perubahan, individu mungkin akan merasa canggung atau kaku, tetapi individu akan dapat menyesuaikan dengan kesabaran dan ketekunannya. Setelah individu mendapatkan rasa yang nyaman dalam melakukan oposisi ini mintalah ia agar juga melempar dari setiap posisi.

Ada beberapa pengecualian pemakaian dan alasan oposisi ini tidak dilakukan dalam kegiatan olahraga. Misalnya, beberapa pemain badminton lebih menyukai untuk tidak melakukan oposisi waktu melaksanakan servis pendek dan rendah. Hal ini dilakukan untuk mencegah dengan lebih mudah terhadap suatu pengembalian bola *backhand* yang cepat. Para pemain anggarpun tidak memakai posisi ini karena mereka berusaha untuk meminimalkan daerah perkenaan yang sah pada tubuh dari serangan lawan.

## 7. Gerak Ikutan

Penekanan pada tepatnya gerak ikutan (*follow through*) ini mengurangi kecenderungan menurunnya suatu gerakan pukulan atau lemparan sebelum penyelesaiannya. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk:

- a. mempertahankan kesetimbangan
- b. menghindari kesalahan/pelanggaran terhadap batas-batas atau garis lapangan atau area
- c. menempatkan tubuh dalam posisi yang siap, dan
- d. melindungi persendian, otot-otot, dan jaringan-jaringan tissu dengan secara bertahap memperlambat bagian-bagian tubuh.

Dalam setiap hal, sesaat setelah lepas kontak dengan objek ditinggalkan, gerakan ikutan tidak mempunyai lagi pengaruhnya terhadap benda.

Contoh: di dalam lempar cakram atau lembing, gerak ikutan memungkinkan atlet untuk mempertahankan kesetimbangannya dan juga mencegah pelanggaran. Jika gerak ikutan dihilangkan dan pelanggaran dihindari, si atlet harus memutuskan dayanya lebih cepat, dengan demikian mengurangi daya total karena daya-daya tersebut diaplikasikan kepada jarak yang lebih pendek.

Di dalam suatu pukulan tenis, ketepatan gerak ikutan sangat penting untuk tenaga dan kecepatan.

### C. Daya Lingkungan

Beberapa daya luar harus dihadapi dalam melakukan gerakan. Dalam beberapa segi daya ini dapat membantu di dalam penampilan dan dalam segi lain pengaruhnya harus diperbesar. Seringkah mereka mengganggu dan harus disesuaikan untuk mendapatkan pengaruh yang minimal.

#### 1. Perjuangan Terhadap Daya-Daya Luar

Diantara daya-daya yang harus dihadapi selama penampilan suatu gerakan adalah:

- a. tahanan air
- b. gesekan
- c. gravitasi, dan
- d. tahanan udara.

Kita harus berusaha menggunakan daya-daya tersebut untuk mendapatkan hasil maksimal. Di dalam beberapa segi daya-daya ini diminimalkan dan pada kesempatan lain dimaksimalkan pengaruhnya.

Contoh: seorang perenang berusaha untuk meningkatkan tahanan air

terhadap kekuatan pada saat berenang (kekuatan dari lengan/kaki) untuk meningkatkan daya dorong atau maju. Secara bersamaan, tahanan air terhadap gerakan maju sebaiknya dihilangkan seminimal mungkin dengan melakukan posisi tubuh yang tepat dan tehnik yang tepat dari "*recovery*" lengan dan kaki.

Demikian juga halnya dalam tampilan tenis, atletik, sepakbola dan lain-lainnya, daya lekat dengan permukaan ditingkatkan untuk kemantapan dan kemampuan untuk mengadakan gerak (*maneuver*), gesekan sebaiknya ditingkatkan diantara atlit dan permukaan dengan memakai sepatu. Tetapi para atlit ski dan skate dan perenang berusaha mengurangi gesekan pada tingkat tertentu untuk tujuan meningkatkan tampilan mereka. Tingkatan gesekan yang ditujukan untuk meningkatkan atau menguranginya ditentukan oleh tindakan yang akan dicapai.

Daya dari gaya berat sejumlah masa tinggal konstan dan atlit yang bijaksana memanfaatkan daya ini untuk kepentingannya. Gaya berat adalah salah satu dari daya-daya yang menarik pelari ke depan, terutama sekali pada waktu percepatan. Para pesenam memanfaatkan gravitasi selama gerakan berayun. Sedangkan atlit loncat indah dan trampolin mengambil keuntungan dari gravitasi untuk meningkatkan daya pantulan yang mereka dapatkan dari permukaan.

Tahanan udara merupakan suatu daya yang harus dikurangi sampai minimal jika jarak atau kecepatan merupakan tujuan. Hal ini dapat dilakukan dengan melangsingkan (*streamline*) benda dan membuat suatu gesekan dari permukaan yang kecil pada objek.

## 2. Hukum Pangkat Dua

Tahanan udara dan air berubah dengan pangkat dua dari kecepatan. Maksudnya jika kecepatan suatu benda atau objek ditingkatkan menjadi dua kali, tahanan udara atau air akan meningkat menjadi empat kalinya. Hukum ini memberikan aplikasi yang besar

terhadap efisiensi, dan hal ini merupakan suatu alasan mengapa bergerak pada kecepatan yang tinggi mengeluarkan lebih banyak energi.

Contoh: seorang perenang yang menarik lengannya di dalam air pada kecepatan kira-kira 50 cm/detik mendapatkan sejumlah tahanan air yang menghalangi gerak majunya. Jika tingkatan tarikan lengan dinaikkan menjadi 100 cm/detik, tahanan naik menjadi empat kalinya, yang dihasilkan dalam empat kali sebanyak daya maju dari *stroke* tersebut.

### 3. Daya Sentrifugal dan Sentripetal

Daya sentrifugal dan sentripetal memerankan hal penting dalam gerakan tubuh atau benda yang sedang berputar, melengkung/menikung. Dalam gerakannya, daya ini dilawan atau dibalas oleh daya (biasanya otot-otot), yang jika efektif, yaitu sama atau melebihi daya sentrifugal dan cenderung untuk mempertahankan objek dalam jalan melengkungnya. Daya yang berlawanan dengan daya sentrifugal ini adalah daya sentripetal. Daya sentrifugal adalah daya yang cenderung menyebabkan benda yang berputar untuk keluar dari gerak melingkarnya atau menjauh dari pusat rotasi.

Pada saat suatu benda yang bergerak bebas seperti pelari yang berlari ditikungan, dengan meningkatnya kecepatan, daya sentrifugal meningkat pula. Tambahan beban juga meningkatkan daya sentrifugal. Lebih kecil jari-jari dari lingkaran, lebih besar daya sentrifugal dengan kecepatan yang sama.

Secara prinsip dapat dikatakan bahwa lebih banyak daya sentrifugal beraksi membutuhkan lebih banyak pula daya sentripetal untuk melawannya. Di dalam gerakan menikung atau berputar, memiringkan tubuh mengikuti arah lengkungan saat membelok merupakan suatu hal yang mengatasi daya sentrifugal.

Contoh: seorang pelari 200 m yang berlari di tikungan harus memiringkan badannya searah dengan lengkungan. Semakin cepat pelari

berlari atau lebih tajam lengkungan lebih besar kemiringan tubuh yang harus dilakukannya.

Di dalam senam atau loncat indah yang membutuhkan gerakan menyiku atau berayun, pengaruh daya sentrifugal harus diperhitungkan.

#### 4. Penghilangan Daya

Pada gerakan-gerakan tertentu sangatlah penting untuk menghilangkan atau mengurangi daya pada saat perkenaan. Perkenaan menjadi makin besar dengan Bergeraknya objek yang mempunyai berat yang besar dan bergerak dengan kecepatan yang tinggi. Dengan kata lain, perkenaan ditentukan oleh kombinasi berat dan kecepatan. Jika kecepatan dikurangi secara bertahap, kemungkinan atlet mendapat cedera juga berkurang.

Oleh karena itu, pada saat mendarat dalam suatu lompatan atau dalam menangkap objek perlu diperhatikan untuk menyerap daya. Hal ini semakin perlu dilakukan jika kecepatan dari objek semakin tinggi. Sebaliknya, di dalam gerakan yang memakai pantulan (trampoline), tujuannya adalah untuk melambungkan objek kembali sehingga daya serap harus dihindari.

##### a. Menyerap Pukulan

Suatu daya dari sebuah pukulan dapat dikurangi dengan mendistribusikan daya melampaui waktu dan jarak yang lebih besar, atau daerah, atau kedua-duanya.

Contoh: Seseorang yang mendarat setelah melompat, persendian-persendian yang menyerap daya bergerak dengan menekukkan lutut untuk menyebarkan daya dengan waktu (jarak) yang lebih lama.

Seorang yang jatuh ke tanah berusaha untuk menyebarkan atau mendistribusikan perkenaannya melalui lengan, tangan, dan bagian-bagian lembut yang lebih luas dari tubuh, dan bukannya pada siku.

Penyebaran daya terhadap daerah yang lebih luas mengurangi daya sebanyak per-inci kwadrat dari permukaan.

Jika seorang petinju dipukul dengan sarung tinju seberat 16 ons dibandingkan dengan sarung tinju yang berat 8 ons, pukulan didistribusikan terhadap daerah yang lebih luas menghasilkan daya yang berkurang per-inci kwadrat.

#### b. Pindahkan Momentum Vertikal ke Horisontal

Setelah mendapatkan beberapa penyerapan oleh tuas-tuas, pemindahan momentum tubuh dari vertikal ke horisontal dapat mengurangi daya melalui waktu yang lebih lama dan permukaan yang lebih luas.

Contoh: seseorang yang jatuh dari gerakan-gerakan yang cepat/kencang atau jatuh dari ketinggian maka suatu gerakan berguling (*roll*) akan mencegah terjadinya cedera. Gerakan berguling setelah jatuh ini sebenarnya adalah melakukan suatu penyerapan daya melalui waktu (jarak) yang lebih lama dan lebih besar permukaannya

#### c. Menangkap Benda/Objek.

Urutan pada saat menangkap benda mempunyai pola yang sama, yaitu:

- 1) bagian dari tubuh seperti jari-jari membuat kontak awal
- 2) kecepatan objek dikurangi dengan kontraksi-kontraksi otot eksentrik yang memungkinkan persendian-persendian bergerak sepanjang gerakan *flexi* yang terkontrol
- 3) saat kecepatan dikurangi datangnya, bagian-bagian tubuh (biasanya jari-jari dan kadang-kadang tangan) menggenggam benda dengan aman.

Contoh: pada saat menangkap bola oleh penjaga *base* kedua di dalam permainan softball/baseball, pengurangan daya dan persiapan

melempar dapat dicapai dalam gerakan yang sama. Pada permainan baseball, seorang pemain lapangan dalam (*infield*) sering melakukan gerakan ini.

# Bab 6

## PROYEKSI

Di dalam berolahraga banyak kegiatan yang melemparkan benda ke udara. Benda yang dilemparkan bisa si atlit sendiri seperti dalam nomor-nomor loncat pada cabang olahraga atletik, loncat indah, dan senam, dan benda lain seperti di dalam permainan bolabasket, sepakbola, tenis, dan nomor-nomor lempar dalam atletik. Di dalam hal ini, kualitas dari suatu tampilan tergantung sekali pada kemampuan atlit untuk mengontrol aatau memperkirakan hasil dari gerakan proyeksi yang dilakukan. Dengan dernikian maka pengetahuan tentang prinsip-prinsip yang berhubungan dengan memproyeksikan benda sangatlah penting diketahui. Secara garis besar, Jensen dan Schultz (1977) membagi proyeksi dalam empat bagian besar, yaitu:

- A. Daya-daya yang mempengaruhi pelayangan
- B. Sudut dan ketinggian dari proyeksi
- C. Benturan
- D. Putaran

### A. Daya yang Mempengaruhi Lintasan Terbang

Jika tubuh atau benda dilemparkan ke udara, tiga daya berpengaruh terhadap jalannya pelayangan. Daya-daya tersebut adalah:

1. daya yang mendorong maju (daya yang membuat objek

melayang), 2. daya dari gaya berat (daya yang cenderung menarik objek turun), dan 3) tahanan udara (daya yang cenderung memperlambat objek dalam pelayangannya).

Daya-daya pada nomor dua dan tiga bekerja berlawanan terhadap daya pada nomor satu.

### 1. Daya Maju

Daya maju menghasilkan pengaruh-pengaruh tertentu yang tergantung pada titik dan arah dari aplikasi yang diberikan terhadap benda. Jika aplikasi diarahkan langsung terhadap pusat dari gaya berat benda maka gerak lurus yang akan dihasilkan. Jika daya dikenakan di bawah pusat dari gaya berat benda maka putaran ke belakang hasilnya. Sebaliknya, jika daya diaplikasikan di atas pusat dari gaya berat benda maka putaran ke depan yang terjadi.

Jika daya dikenakan di sebelah kiri dari titik gaya berat benda maka putaran searah jalannya jarum jam hasilnya (*clockwise spin*) dan jika, daya dikenakan di sebelah kanan dari titik gaya berat benda maka putaran yang berlawanan dengan arah jalannya jarum jam (*counterclockwise*) akan terjadi.

Contoh: jalannya suatu gerakan bola yang melengkung lebih lambat daripada jalannya bola yang lurus (diperkirakan besarnya daya dorong sama pada kedua benda), karena sejumlah daya yang diberikan untuk menghasilkan putaran menyebabkan jalannya bola melengkung dan ditingkatkannya gesekan udara pada bola yang berputar memperlambat kecepatannya.

### 2. Daya dari Gaya Berat

Sesaat setelah benturan dengan benda yang diproyeksikan putus, daya dari titik gaya berat mulai untuk mengurangi kecepatan ke atas objek. Akhirnya, gaya berat objek mengatasi pengaruh-

pengaruh gerakan ke atas dari objek yang diproyeksikan, dan objek tersebut mulai turun. Faktor-faktor yang mempengaruhi berapa cepat gaya berat menyebabkan objek menurun ditentukan oleh : a) masa/berat benda, b) jumlah daya yang mendorong ke atas, dan c) pengaruh tahanan udara pada objek.

### 3. Pengaruh Tahanan Udara

Pada saat kecepatan suatu objek meningkat, tahanan udara mempunyai pengaruh memperlambat yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan hukum pangkat dua. Demikian juga, lebih besar daerah dari suatu objek berada pada arah dari gerakan, lebih besar pula pengaruh tahanan udaranya. Tahan udara ini bermacam-macam besarnya menurut proporsi dari daerah tersebut. Sebaliknya, bentuk yang lancip (*streamline*) mengurangi tahanan udara karena ia menyebabkan tak banyaknya perubahan pada arah dari udara yang dihadapi. Kepadatan yang besar dari suatu objek mengurangi pengaruh tahanan udara dibandingkan dengan objek yang kurang padat, karena objek yang lebih padat mempunyai momentum yang lebih besar daripada objek yang kurang padat dari bentuk yang sama.

Contoh : jika sebuah cakram atau lembing bergerak tidak stabil selama di udara, maka lebih besar permukaan yang harus dihadapi. Hal ini akan meningkatkan tahanan udara dan berarti mengurangi jarak terbangnya dan juga meningkatkan gesekan.

## B. Sudut dan Ketinggian Proyeksi

Jika daya maju konstan, sudut yang dibuat pada saat dilemparkan/diprojektikan menentukan ketinggian yang dicapai benda. Sebaliknya, jika kecepatan objek konstan maka ketinggian

yang dicapai menentukan jarak tempuh, karena ketinggian menentukan berapa jauh objek tetap di dalam jalur terbangnya.

### 1. Sudut Proyeksi

Jika titik awal dan akhir berada pada permukaan yang sama maka sudut proyeksi paling besar untuk mendapatkan jarak maksimal adalah sudut 45 derajat. Karena kebanyakan objek yang diproyeksikan berada di atas permukaan pada saat dilepaskan, sudut terbangnya biasanya agak dikurangi sedikit dari 45 derajat. Jika sudut terbangnya kurang dari optimal, objek yang diproyeksikan tidak akan lama berada di udara untuk mencapai jarak maksimalnya. Jika sudutnya lebih besar dari maksimal maka akan terlalu banyak daya tolak yang dibuang percuma dalam arah vertikal daripada horisontal.

Contoh : pada saat melakukan tolakan atau loncat jauh, sudut yang dibuat sebaiknya kurang dari 45 derajat karena pusat gaya berat benda berada lebih rendah pada saat penyelesaian daripada saat permulaan dari terbangnya. Peluru biasanya dilemparkan dari sudut 38 - 41 derajat dan loncat jauh sebaiknya dari sudut 40 derajat, tetapi karena kecepatan horisontal dari peloncat membuat hal ini tidak dapat dipraktekkan. Biasanya sudut proyeksi yang dilakukan oleh peloncat berkisar pada 30 derajat.

Di dalam permainan softball, kecepatan bola sampai di tangan sesama teman merupakan suatu hal yang hampir selalu penting daripada jarak tempuh. Dengan demikian, bola seharusnya dilemparkan sehorisontal mungkin dalam batas-batas daya yang dapat diberikan si pelempar. Jika si pelempar tidak mempunyai cukup daya, jarak yang diinginkan tidak akan dapat dicapai kecuali sudut yang tinggi dari proyeksi dipakai. Namun, sudut yang tinggi atau besar akan membuang waktu.

## 2. Waktu Terbang /Ketinggian Proyeksi

Panjangnya waktu dari suatu objek tetap dalam jalur terbangnya tergantung dari ketinggian yang dicapainya, karena suatu objek tetap pada jalur terbangnya hanya selama ia dapat bergerak pada daerah vertikalnya. Komponen horisontal dari daya yang dikenakan pada objek tidak dapat dihubungkan dengan waktu terbangnya.

Contoh : jika dua benda yang sama diproyeksikan dari sudut yang berbeda, sehingga menyebabkan objek pertama mencapai ketinggian 100 m dan objek kedua mencapai ketinggian 50 m. Objek pertama akan terbang hampir sebanyak dua kali daripada objek kedua.

Seorang peloncat indah harus memproyeksikan dirinya tinggi di udara untuk memungkinkan ia dapat melakukan gerakan-gerakan yang diinginkan. Jika proyeksinya horisontal maka si peloncat tidak akan mempunyai cukup waktu untuk menyelesaikan gerakan-gerakan yang kompleks dalam bentuk atau gerakan yang betul.

## C. Benturan

Suatu objek atau benda menerima benturan jika ia dipukul atau jika ia bersentuhan dengan permukaan. Dalam kedua hal ini, suatu pantulan objek dari hasil-hasil permukaan yang disediakan tahanan dari permukaan lebih besar daripada momentum objek. Suatu pantulan akan terjadi jika:

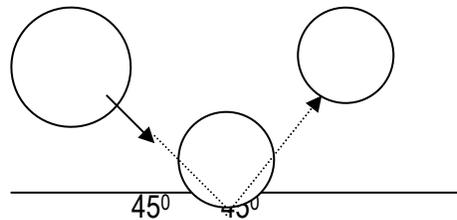
- 1) objek bergerak dan permukaan diam (memantulkan bola)
- 2) objek diam dan permukaan pemukul bergerak (golf), dan
- 3) objek dan permukaan sama bergerak (tenis dan softball).

### 1. Sudut Pantul

Sudut pantul suatu objek dari permukaan dapat diperkirakan,

kecuali beberapa modifikasi akan muncul sebagai hasil dari : a) dua bentuk yang tidak sama dari permukaan saling berbenturan, b) daya yang dihasilkan dari suatu objek yang elastis, dan c) putaran pada saat sebelum dan sesudah kontak. Jika semua faktor ini diabaikan maka sudut objek mendekati permukaan akan sama dengan sudut objek meninggalkan permukaan - sudut datang sama dengan sudut pantul.

Contoh: bola basket yang menghantam papan akan memantulkan bola kembali dengan sudut yang sama pada saat bola meninggalkan papan. Demikian juga halnya dengan sebuah bola tenis yang membentur permukaan lapangan dengan sudut 30 derajat maka bola tersebut akan dipantulkan kembali dengan sudut yang sama besar pula, kecuali jika ia dipengaruhi oleh putaran (*spin*).



Gambar.14 Sudut Pantul Sama (tanpa *spin*)

## 2. Daya Pukul yang Cukup

Biasanya daya pukul harus cukup untuk mengatasi inerti objek yang akan dipukul dan daya pukul ini ditentukan oleh momentum dari objek yang bergerak atau objek-objek yang terlibat pada saat benturan.

Contoh : daya pukul sebuah penggada (*bat*) softball terhadap bola ditentukan oleh momentum dari keduanya. Sebuah bola yang cepat akan memantul dengan kecepatan yang lebih besar daripada bola yang lambat, asalkan penggada mempunyai momentum yang cukup untuk mengatasi inerti bola.

Kepala yang berat dari tongkat golf mempunyai lebih besar momentum daripada yang ringan jika kecepatannya sama. Oleh karena itu, kepala yang lebih berat akan memberikan lebih besar daya pada permukaan bola.

### 3. Elastisitas Permukaan

Suatu objek yang sangat elastis dengan cepat melenting kembali ke bentuknya semula setelah ditekan. Beberapa peralatan sangat sukar sekali ditekan, tetapi sekali ia ditekan, kemampuannya untuk pulih kembali ke bentuknya semula sangatlah besar. Bentuk peralatan lainnya tidak dapat ditekan atau tidak elastis sama sekali. Pantulan yang paling besar muncul jika objek ditekan dan memiliki suatu tingkat elastisitas tinggi.

Contoh: sebuah peluru (tolak peluru) sukar untuk ditekan dan ia tidak elastis. Oleh karena itu, ia memantul sangat sedikit pada permukaan yang keras.

Bola softball sangat sukar ditekan dan mempunyai sedikit elastisitas daripada sebuah bola tennis. Dengan demikian bola softball mempunyai kemampuan memantul yang kurang.

Bola tangan dan bola golf mempunyai elastisitas yang tinggi, tetapi bola golf lebih sukar ditekan. Jika kedua bola dijatuhkan dari ketinggian yang sama (setinggi bahu) pada permukaan yang sama pula, pantulan bola tangan akan melebihi pantulan bola golf. Alasannya adalah bahwa benturannya tidak cukup untuk menghasilkan kerasnya tekanan bagi bola golf agar memungkinkan kualitas elastisnya berfungsi. Jika dipukul dengan tongkat golf, bola golf ditekan dengan sejumlah daya yang memungkinkan kualitas elastisnya berfungsi. Sebagai hasilnya, bola golf merespon lebih baik daripada bola tangan pada saat benturan dengan tongkat.

Hubungan antara bola dan pertengahan dari raket tenis

menghasilkan suatu pantulan yang cepat karena senar-senar raket merupakan tempat yang dapat ditekan dalam hal ini. Gerakan dari senar raket kembali ke bentuknya semula tergantung kepada kualitas dan kerasnya tegangan daripada senar.

#### 4. Pantulan dari Dua Objek yang Bergerak

Jika benda dan permukaan alat pemukul bergerak, momentum dengan yang mana benda akan memantul hampir mendekati sama dengan jumlah dari dua momentum dikurangi dengan momentum yang dimiliki permukaan alat pemukul. Suatu tambahan kerugian dari momentum akan berakibat dari gesekan dan panas. Arah pantulan akan sama dengan arah yang terbesar dari dua momentum, asalkan mereka bergerak dalam arah yang berlawanan dan kedua pusat gaya berat benda melalui satu sama lain.

Contoh: diperkirakan momentum dari penggada softball melebihi momentum bola. Lebih cepat bola dilemparkan, lebih jauh ia mungkin dipukul. Hal ini benar karena momentum dari bola yang datang ditambahkan ke momentum penggada yang bergerak.

Dibutuhkan sedikit daya pukul untuk mengembalikan sebuah bola tenis yang kencang daripada bola yang lambat. Bagaimanapun juga, momentum pemukul (raket) harus cukup untuk menahan momentum bola yang datang.

Dapat dilihat dalam berolahraga bahwa pantulan maksimal tidaklah selalu menjadi tujuan. Kadangkala, mengurangi hasil pantulanpun merupakan suatu tujuan, seperti pukulan "*bunt*" dalam, permainan softball/baseball. Para pemain bola basket berusaha untuk mengontrol kecepatannya pada saat melakukan "*lay-up*" untuk mencegah terlalu kerasnya pantulan dari papan.

Beberapa pemukul dalam baseball mengorbankan momentum dari ayunannya untuk mendapatkan akurasi pukulan yang lebih besar atau lebih seringnya benturan.

Suatu penempatan bola yang tepat di dalam permainan tenis, volley, badminton, dan lain-lainnya secara umum lebih efektif daripada pukulan keras yang tidak ditempatkan secara baik.

## D. Putaran

Perwujudan dari putaran kepada benda mungkin akibat dari kontak dengan permukaan alat yang bergerak atau permukaan yang diam. Beberapa fakta berikut ini akan menjelaskan mengenai pengaruh putaran dan bagaimana mencapai besarnya putaran yang diinginkan pada suatu benda.

### 1. Pengaruh Putaran pada Objek yang Melayang

Suatu objek yang didorong tanpa putaran cenderung bergoncang karena tahanan udara melawan permukaan yang tidak rata dari objek. Besarnya goncangan bergantung kepada kepadatan dari objek. Objek yang lebih padat akan kurang dipengaruhi oleh tahanan udara. Sejumlah putaran pada suatu objek menghasilkan suatu pengaruh kestabilan yang cenderung menahan objek pada lintasan terbangnya. Ditingkatkannya putaran akan cenderung menyebabkan objek membelok dalam arah yang sama dengan putaran karena tahanan udara yang tidak seimbang yang disebabkan oleh gasingan. Besarnya suatu objek akan membelok dalam arah yang diinginkan ditentukan secara utama oleh: a) kepadatan, b) besarnya putaran, dan c) kecepatan pada saat terbang. Selanjutnya, besar dan arah angin, dan bentuk dan permukaan dari objek juga berpengaruh penting.

Contoh: sebuah bola volley yang dipukul dengan sedikit putaran akan mengikuti jalur terbang yang ditentukan oleh daya dorong, tetapi jika bola dikenakan pada sebelah luar dari pusat gaya beratnya maka

peningkatan hasil putaran ini akan menghasilkan suatu belokkan. Jika bola mendapat pukulan tepat pada pusat gaya beratnya maka bola tidak bergerak berputar tetapi cenderung bergoncang atau bergelombang.

Dalam, suatu lemparan bola baseball dengan pegangan "*knuckle*", bola dilemparkan dengan tujuan agar bergelombang jalannya. Dalam hal ini besarnya goncangan ditentukan oleh kecepatan jalannya bola. Lebih cepat bola bergerak, lebih besar ia akan bergoncang.

Suatu servis dengan putaran berlawanan arah jarum jam dalam volley atau tennis, pemukulan bola pada sisi sebelah kanannya akan menyebabkan bola membelok ke arah kiri. Sebaliknya, servis dilakukan dengan putaran searah jarum jam yaitu bola dipukul pada sisi sebelah kirinya maka akan menyebabkan bola membelok ke arah kanan

Sebuah bola golf yang dipukul pada puncaknya (*top spin*), jarak tempuhnya akan berkurang karena ia cenderung menikik tajam ke permukaan. Gerakan ini akan diikuti oleh gelindingan panjang yang diperkuat dengan putaran ke depan. Jika bola dipukul dengan putaran ke belakang (*back spin*), ia cenderung meninggi dan oleh karena itu akan lebih lama terbangnya. Pada saat mendarat, panjangnya gelindingan akan dikurangi oleh putaran ke belakang.

## 2. Putaran yang Dihasilkan dari Pukulan

Untuk menyebabkan suatu objek berputar pada arah yang diinginkan, alat pemukul seharusnya digerakkan kepada objek dalam arah dari putaran yang diinginkan. Putaran ke depan (*forward/top spin*) disebabkan oleh pukulan yang mengarah ke depan atas. Putaran ke belakang dihasilkan jika pukulan dilakukan ke arah bawah-depan. Putaran ke kanan (*clockwise*) dilakukan dengan memukul objek pada sisi kanan ke sisi kiri, dan putaran ke kiri dihasilkan dengan mengenai objek dari sisi kiri ke arah kanan.

Dalam *drive* pada tenis, bola sebaiknya dipukul dengan gerakan ke depan atas (kepala raket cenderung menutup saat memukul bola) untuk

menghasilkan pukulan putaran atas. Putaran atas menyebabkan bola bergerak lebih cepat pada pantulan dan melambung pada sudut yang lebih kecil. Jika bola dipukul dengan cara menebasnya (*cut/chop*), bola akan berputar ke belakang dan hasilnya adalah bola akan menggantung di udara lebih lama dan memantul dari permukaan dengan sudut yang lebih tajam dan cenderung memantul lebih tinggi.

### 3. Putaran yang Dihasilkan dari Kontak dengan Permukaan

Suatu objek yang sedang bergerak mengembangkan putaran di dalam arah dari gerakan sebagai hasil kontak dengan suatu permukaan.

Contoh: sebuah bola boling yang memperoleh peningkatan putaran ke depan, memiliki gesekan antara bola dan permukaan. Tambahan putaran mengurangi gesekan terhadap gerak maju bola. Jika bola digelindingkan dengan arah putaran ke belakang maka ia kehilangan kecepatannya dengan segera.

Jika bola tenis atau golf mendarat dari gerakan majunya, ia akan mengembangkan putaran ke depan saat berkontak. Besarnya putaran akan berhubungan dengan kecepatan horisontal bola saat kontak, sudut datang, dan besarnya gesekan antara bola dan permukaan. Jika bola mempunyai putaran ke belakang, putaran tersebut cenderung dinetralkan pada saat mendarat. Jika putaran ke belakang berlebihan, pengaruhnya akan menggantikan pengaruh dari pendaratan dan bola akan terputus gerak majunya.

### 4. Pengaruh Putaran Bola saat Mendarat pada Permukaan Horisontal

Suatu perubahan mungkin diharapkan terjadi di dalam sudut pantulan, jarak pantul, dan jarak bergulingnya bola bila berkontak dengan suatu permukaan yang horisontal. Adapun perubahan-perubahan tersebut adalah:

- a) Putaran ke depan menyebabkan sudut pantul yang lebih kecil/rendah, lebih panjang pantulan, dan lebih banyak berguling.
- b) Putaran ke belakang menyebabkan lebih tingginya sudut pantul, lebih pendek pantulan, dan kurangnya berguling.
- c) Putaran ke samping menyebabkan sudut pantul berubah ke arah dari putaran (putaran kiri - pantulan ke kiri). Lebih kecil sudut datang bola ke permukaan horisontal, lebih besar pengaruh dari putaran ke samping. Jika sudut datang tegak (90 derajat), putaran samping tidak mempunyai pengaruh.

Contoh: sebuah bola basket yang dipantulkan ke lantai mengopernya dapat diberikan putaran samping untuk merubah pantulannya dari lantai. Jika bola dipantulkan ke kanan, ia cenderung memantul ke kanan pada saat pantulan. Lebih rendah mengopernya (lebih kecil sudut ke lantai) dan lebih besar putaran, lebih besar kemungkinan bola akan menyimpang dari jalur normal pantulannya. Contoh lain adalah pada saat pemain tennis yang sering tertipu oleh putaran bola dari lawan bermainnya. Pukulan *backspin* menghasilkan pantulan yang lebih tinggi dan pendek daripada yang diantisipasi, sementara pukulan *slice (clockwise spin)* akan menyebabkan bola memantul ke sebelah kiri

##### 5. Pengaruh Putaran terhadap Bola yang Dipukul pada Permukaan yang Vertikal.

Permukaan vertikal yang dibentur oleh objek yang bergerak mungkin berada dalam keadaan diam, (papan bola basket) atau alat pemukul yang bergerak (penggada, raket, dan tangan). Hal berikut merupakan hasil yang terjadi pada saat bola kontak dengan permukaan yang vertical:

- a. Putaran atas meyebabkan pantulan yang lebih tinggi.
- b. Putaran ke belakang meyebabkan lebih rendahnya pantulan.

- c. Putaran kanan menyebabkan suatu pantulan ke arah kiri.
- d. Putaran kiri menyebabkan suatu pantulan ke arah kanan.

Contoh: suatu tembakan bola basket yang dilakukan dari muka papan akan mempunyai kemungkinan memantul ke dalam keranjang jika dilakukan dengan putaran ke belakang, karena ia akan memantul dengan sudut yang lebih kecil. Bola baseball yang dilempar dengan putaran ke belakang yang berlebihan cenderung memantul ke bawah saat kontak dengan pemukul. Pemukul harus mengayunkan gadangnya ke arah depan atas untuk menghasilkan suatu bola yang melayang tinggi (*fly ball*).

#### 6. Mengurangi Pengaruh Putaran dengan Meningkatkan Daya Pukul

Lebih kuat kontak antara alat pemukul dengan objek semakin kurang pengaruh putarannya. Jalur pantul objek akan dikuasai lebih banyak oleh jalur alat pemukul sebagaimana momentumnya meningkat. Putaran menghasilkan lebih besar pengaruh sebagaimana daya dari benturan menjadi berkurang.

Contoh: pengaruh-pengaruh putaran yang dihasilkan oleh pelempar (*pitcher*) dalam baseball akan menjadi lebih besar untuk suatu "*bunt*" daripada untuk suatu ayunan pukulan yang keras. Pemain tenis sering membuat kesalahan dengan berusaha untuk melunakkan secara serius dari tembakan-tembakan yang diarahkan, karena mereka gagal menyadari bahwa mengurangi daya pukulan mereka akan meningkatkan pengaruh putaran pada bola.

# Bab 7

## **MEKANIKA pada CAIRAN dan GAS (*Fluid Mechanics*)**

Setiap aktifitas fisik dan olahraga dipengaruhi oleh lingkungan dimana gerakan tersebut ditampilkan. Para perenang berusaha untuk mengatasi dua kondisi lingkungan yang berbeda secara serentak dalam setiap gerakannya (air dan udara). Semua gerakan tersebut dipengaruhi oleh kedua kondisi lingkungan ini yang selanjutnya juga berakibat kepada bagian-bagian tubuh yang bergerak padanya.

Dalam beberapa segi pengaruh yang dihasilkan oleh lingkungan (air dan udara) sangatlah kecil sehingga mereka dapat diabaikan sama sekali. Tetapi untuk ketepatan analisa sangatlah perlu. Misalnya, Hay (1985) memperhitungkan bahwa 16 pound peluru dapat dilemparkan sejauh kira-kira 17,07 m. Tetapi jarak ini akan berkurang sekitar 0,12 m sebagai akibat dari tahanan udara.

Pengaruh tahanan udara dan air perlu diperhitungkan dalam cabang olahraga yang gerakannya berhubungan dengan air seperti renang, dayung, layar, ski air, dan cabang olahraga yang kecepatan gerakannya berhubungan dengan udara, baik sebagai objek yang diproyeksikan seperti dalam terjun payung, panahan, baseball, dan golf, atau objek yang tidak diproyeksikan seperti dalam ski, ski es, dan balap motor.

## A. Pengapungan

Kemampuan tubuh untuk mengapung, yaitu kemampuan untuk mempertahankan posisi tubuh di atas permukaan air merupakan satu hal yang amat penting dalam olahraga air. Di dalam olahraga renang, kemampuan seseorang untuk dapat mengapung akan mempengaruhi keberhasilannya baik pada tingkat pemula atau juara. Secara logis dapat dikatakan bahwa kemampuan seseorang yang dapat mengapung dengan mudah tampaknya akan lebih siap untuk belajar berenang daripada orang yang sukar untuk mengapung atau tidak bisa sama sekali. Pada segi lain, seseorang yang dapat mengapung tinggi di air akan mendapatkan sedikit tahanan dalam gerak majunya dibandingkan individu yang tidak dapat mengapung dengan baik. Jika semuanya sama, perenang yang dapat mengapung dengan jelas akan mempunyai keuntungan terhadap orang yang kurang kemampuan mengapungnya. Dalam hal ini, Hay (1985) memperingatkan bahwa walaupun kemampuan untuk mengapung suatu hal yang memberikan keuntungan dalam berenang tetapi janganlah hal ini dinilai terlalu tinggi. Lebih lanjut dijelaskan bahwa banyak orang yang tidak dapat mengapung telah belajar berenang dengan banyak kesukaran-kesukaran dan beberapa diantaranya bahkan memecahkan rekor dunia dan memenangkan rekor Olyimpiade.

### 1. Daya Apung

Perenang yang mengapung dengan posisi badan horisontal di permukaan air dapat dikatakan dalam tingkat setimbang, karena daya yang bekerja padanya dalam setiap arah sama dengan nol (Hay, 1985). Pada arah vertikal, hal ini merupakan factor yang

penting dalam menentukan apakah tubuh mengapung di permukaan air atau tenggelam. Satu-satunya daya yang bekerja padanya adalah berat tubuhnya dan daya-daya vertikal apa saja yang datang dari air kepadanya. Jelasnya, hasil dari daya-daya vertikal ini atau disebut juga daya apung yang datang dari air harus sama dengan besarnya berat tubuh. Kesimpulan ini merupakan kondisi dasar untuk menentukan keadaan mengapung atau tenggelamnya suatu tubuh. Jika berat tubuh lebih besar dari daya apung maksimal yang dapat diberikan oleh air, tubuh akan tenggelam. Kebalikannya, jika tidak, tubuh akan mengapung. Secara matematis, tubuh akan mengapung hanya jika berat tubuh lebih kecil atau sama dengan daya apung maksimal. Dengan daya apung maksimal jelaslah akan pentingnya menentukan apakah suatu benda akan dapat mengapung. Dalam hal ini sangatlah relevan untuk memperhatikan faktor-faktor yang menentukan besarnya daya ini.

Pada saat perenang mengapung di permukaan air, dia mendorong ke samping (memisahkan sejumlah air). Sebelum hal ini terjadi, air yang dipisahkan ini berada dalam keadaan relatif setimbang di bawah daya-daya yang berpengaruh padanya. Pada arah vertikal, daya-daya ini adalah berat tubuh si perenang dan daya dorong ke atas atau daya apung yang diberikan air dari bawah. Karena air dalam keadaan relatif setimbang, kedua daya tentunya sama besarnya. Pada saat perenang telungkup dia tidak mengubah keadaan air di bawah air yang dipisahkannya. Akibatnya, daya yang diberikan air pada tubuhnya sama dengan daya yang terdahulu diberikan oleh air yang dipisahkan. Dengan kata lain, perenang mengalami daya apung yang sama besarnya dengan berat dari air yang dipisahkannya. Kualitas dari daya apung dan berat air yang dipisahkan, pertama kali ditemukan oleh Archimedes pada saat ia mandi, dan hal ini dikenal dengan Hukum Archimedes, yaitu volume

air yang dapat dipisahkan sama dengan volume dari berat tubuh.

## 2. Gaya Berat Khusus

Gaya berat khusus dari suatu benda ditentukan oleh komposisinya atau bentuk fisiknya. Karena tubuh manusia dibentuk dari bermacam-macam jaringan (tulang, otot, lemak, d11) dan karena semua ini mempunyai gaya berat masing-masing, jumlah dari setiap macam jaringan ini pada seseorang merupakan suatu hal yang baik untuk menentukan apakah ia dapat mengapung. Jika tubuh berisi sejumlah besar lemak, secara relatif sangat ringan (gaya berat khusus = 0,8) seseorang tampaknya dapat mengapung daripada jika ia tidak berlemak dan berotot besar (gaya berat khusus otot = 1,00) atau besar tulang (gaya berat khusus tulang = 1,5 - 2,0).

Pentingnya komposisi tubuh untuk menentukan gaya berat khusus seseorang, yakni kemampuan seseorang untuk mengapung dijelaskan oleh Hay (1985) sebagai berikut :

a. Volume udara dalam paru-paru menentukan kemampuan orang tersebut untuk dapat mengapung. Jika ia menarik nafas dengan dalam, berarti ia menambah jumlah udara yang telah ada/normal dalam paru (cadangan udara) dan meningkatkan volume dada dan keseluruhan tubuh. Peningkatan pada berat tubuh yang menyertai meningkatnya volume ini dapat diabaikan karena berat udara sangat kecil (0,0012). Sebaliknya jika individu mengeluarkan nafas dengan kuat, berat khusus tubuh ditingkatkan dan kemampuan mengapung secara berangsur berkurang.

Whiting (1970) dari hasil analisa kepustakaannya (dikutip dari Hay, 1985) menjelaskan bahwa kebanyakan pria dan wanita dapat mengapung di air jika mereka mengambil nafas sedalam-dalamnya terlebih dahulu. Namun, mayoritas pria akan tenggelam kecuali mereka mempunyai lebih banyak cadangan udara yang ada di

paru-parunya.

- b. Secara relatif, proporsi dari jaringan utama tubuh berubah dengan bertambahnya umur. Demikian juga halnya dengan gaya berat khusus dan kemampuan mengapung individu. Secara umum, lebih dekat seseorang mendekati ke batas umur ekstrim, yaitu lebih dekat individu ke batas umur sangat muda atau sangat tua, lebih besar gaya berat tubuh menjadi rendah untuk membolehkannya mengapung.
- c. Wanita, karena proporsi lemaknya, cenderung mempunyai lebih rendah gaya berat khusus dibandingkan pria. Hal tersebut menyebabkan mereka lebih mampu mengapung.
- d. Anak-anak kulit hitam Amerika mempunyai lebih besar kepadatan tulangnya daripada anak-anak Amerika yang berkulit putih. Perbedaan hasil tentang komposisi tubuh ini dan hubungannya dengan tes kemampuan mengapung, Hay (1985) menemukan dari beberapa hasil penelusurannya bahwa bahwa persentase dari kelompok tidak dapat mengapung (*non floaters*) lebih besar terdapat pada kelompok kulit hitam dibandingkan dengan kelompok kulit putih.
- e. Hasil penelitian fisik terhadap juara-juara renang menunjukkan bahwa mereka secara umum mempunyai agak lebih sedikit proporsi lemak dalam tubuh mereka daripada juara-juara pada cabang olahraga lainnya.

### 3. Gerak Relatif

Pada saat pemain ski meluncur sepanjang jalur ombak yang dibuat oleh perahu motor, pemerhati di pantai melihat seolah-olah air tersebut tenang dan peski yang bergerak meluncur pada suatu kecepatan, misalnya, 10 m/detik. Tetapi, bagi si peski jika ia melihat ke bawah, ia akan mendapatkan hal yang berbeda, yakni ia yang merasa diam dan air yang bergerak cepat dengan kecepatan yang sama -

10 m/detik. Yang manapun dari perbedaan ini dimiliki, perbedaan diantara kecepatan air dan peski adalah sama, katakanlah 10 m/detik. Dengan demikian, pengaruh air terhadap peski bergantung pada gerak relatif daripada kecepatannya atau salah satunya.

Untuk menganalisa pengaruh cairan dan gas terhadap gerakan dari suatu benda dalam berolahraga Hay (1985) menyarankan untuk lebih mempertimbangkan benda dalam keadaan diam dan cairan atau gas yang bergerak melampauinya

#### 4. Tahanan Cairan dan Gas

Jika cakram dilemparkan ke dalam terowongan angin dan udara dibuat mengalir melaluinya, dua pengaruh secara serempak akan dihasilkan. Pertama, arah gerakan udara, terutama yang dekat cakram, dirubah sehingga cakram dapat lalu sekitar hambatan pada jalurnya. Kedua, udara sekitar permukaan cakram diperlambat sebagai akibat dari kontaknya dengan cakram. Perubahan-perubahan dalam kecepatan dan arah dari aliran udara dihasilkan karena cakram memasukkan daya-daya pada udara. Sebagai reaksinya adalah udara memberikan daya-daya yang sebanding dan berlawanan pada cakram.

Hay (1985) menjelaskan bahwa komponen-komponen dari daya-daya yang terakhir ini yang beraksi pada arah yang sebenarnya dari aliran udara (dalam arah udara yang berlangsung sebelum membuat suatu putaran di sekitar cakram) dikenal dengan nama *drag* (seretan/tarikan).

Jika suatu benda bergerak sepanjang cairan atau gas, tarikan atau seretan ini merupakan komponen dari daya yang dimasukkan oleh cairan dan gas terhadap benda sehingga mengurangi kecepatan tubuh sepanjang jalurnya. Jika perenang menolak pada suatu gerakan pembalikan, seretan ini akan memperlambat gerak maju luncuran dan membuat perenang melanjutkan pukulan kaki dan tangannya.

Komponen daya yang beraksi tegak lurus dari komponen seretan

disebut dengan *naikan (lift)*. Contoh pentingnya komponen naikan ini dapat dilihat pada olahraga ski air. Sebelum mulai, peski air memperhitungkan suatu perkiraan posisi di air dengan ski dicondongkan ke depan atas dengan maksud segera ke luar dari air. Kemudian, pada saat peski ditarik ke depan oleh tarikan dari tambang, komponen naikan dari daya yang dimasukkan oleh air pada ski menyebabkan si peski terangkat naik ke atas permukaan air. Kebutuhan untuk mendapatkan sejumlah naikan yang tepat menentukan batasan-batasan yang pasti dalam posisi awal peski untuk dapat berhasil terangkat naik. Jika peski dalam posisi mendekati vertikal, seretan akan sangat besar dan naikan tidak akan muncul.

#### a. Permukaan Seretan

Pada saat udara membentur cakram dan melampauinya, lapisan yang bersentuhan dengan cakram diperlambat sebagai hasil dari daya-daya yang dimasukkan oleh cakram. Lapisan udara, ini cenderung memperlambat lapisan di dekatnya, yang seterusnya juga cenderung memperlambat lapisan di dekatnya pula. Sebagai hasil dari perlambatan udara, yang menjauh dari permukaan cakram, ketebalan udara yang dipengaruhi oleh proses ini menjadi semakin bertambah besar memperjauh perjalanan udara sepanjang tubuh. Setelah jarak tertentu, yang berbeda menurut kecepatan dan alamiah dari tubuh, lapisan yang dipengaruhi udara disebut lapisan batas (*boundary layer*) menjadi tidak stabil. Akhirnya, daripada mendekati bagian-bagian dari aliran yang bergerak sepanjang jalur-jalur sejajar seperti yang dibuatnya pada saat permulaan, tiba-tiba mereka ini menyatu dengan kerasnya. Perubahan dari aliran dalam lapisan-lapisan yang sejajar (disebut aliran berlapis -*laminar flow*) ke aliran dengan udara yang saling bersatu dengan kerasnya (aliran bergejolak - *turbulent flow*) menghasilkan lapisan batas yang bahkan semakin menebal. Proses perlambatan dan

penyatuan udara dekat ke permukaan cakram memerlukan cakram untuk memasukkan daya padanya, dan dalam reaksinya, udara memasukkan daya pada cakram. Daya yang terakhir ini dikenal dengan seretan permukaan (*surface drag*).

Besarnya permukaan seretan yang dialami dari suatu tubuh bergantung pada beberapa faktor seperti: 1) kecepatan dari aliran yang relatif ke tubuh, 2) daerah permukaan tubuh, 3) kelembutan dari permukaan, dan 4) cairan atau gas yang terlibat (Hay, 1985).

Sebagai seorang pelatih sebaiknya harus mempertimbangkan lebih dari dua faktor ini dalam usaha untuk mengurangi permukaan seretan.

Seorang pelatih dayung harus memperhitungkan daerah permukaan dalam menyeleksi perahu yang akan dipakai. Hay (1985) menjelaskan bahwa perbedaan seretan permukaan antara panjang perahu yang 18,5 m dengan tiang 50 cm dan perahu dengan panjang yang sama dan tiang 70 cm, sama dengan  $3\frac{1}{2}$  panjangnya (64 m) melebihi jarak tempuh perlombaan.

Faktor lain yang juga harus diperhitungkan adalah kelembutan dan permukaan tubuh atau benda. Bagian luar dari perahu dayung biasanya dikilapkan. Lebih jauh dijelaskan bahwa permukaan perahu yang kasar memungkinkan pendayung mengayuh sepanjang tiga kali panjang dari suatu perlombaan dengan jarak 2000 meter.

Permukaan yang kasar dari kancing-kancing logam atau gesper dari sepasang sepatu ski menunjukkan peningkatan seretan pada saat peski menuruni bukit dan hal ini menambah 0,3 detik untuk setiap menit perlombaan. Jadi dalam suatu perlombaan yang berlangsung sekitar dua menit, dimana perbedaan antara pemenang dan yang kalah kadang-kadang hanya ditentukan oleh seperseratus detik saja, faktor kelicinan dari permukaan secara jelas merupakan hal yang sangat penting.

Hal menarik dalam hubungan antara kelembutan/kelincinan permukaan dan seretan permukaan dapat ditemukan dalam renang. Pemakaian pakaian renang dari bahan wol meningkatkan tahanan dari perenang pada saat ia meluncur dibandingkan dengan yang memakai pakaian sutra atau tanpa pakaian sama sekali. Ada kemungkinan untuk mengurangi seretan permukaan pada perenang yaitu dengan mencukur bulu pada anggota badan dan batang tubuh.

#### b. Bentuk Seretan

Saat udara menghantam permukaan depan dari cakram, ia dipantulkan ke arah luar dari pusat cakram. Saat udara menyentuh pelek cakram, ia tidak dapat bergerak menembus untuk menuju ke belakang cakram. (Sebenarnya untuk mencapai hal ini akan membutuhkan udara yang ditujukan oleh beberapa daya besar yang mungkin memperlambatnya pada arah yang dimaksudkan. Karena hanya daya yang mantap cenderung untuk menghasilkan semacam efek yang disediakan oleh daya sekitar lapisan udara, sedikit kemungkinan hal ini akan terjadi). Sebaliknya, aliran udara ini memecah atau berpisah dari lapisan yang dibentuk oleh cakram. Kemudian, menjauh menghilir dan tahanan dari daya-daya udara sekitar dua bagian yang berbeda dari aliran udara kembali bersama lagi.

Selama dalam perpisahan dari aliran udara yang dari lapisan dan akibat bersatunya dua bagian yang berbeda, suatu "kantong" dibentuk di belakang cakram. Dalam keadaan kacaunya udara yang muncul pada kantong ini, gulungan arus dari udara (arus pusaran - *eddy currents*) dibentuk. Arus-arus ini pada akhirnya menyobek diri mereka sendiri dari belakang cakram dan mengalir menghilir dimana akhirnya hancur /tidak berintegrasi.

Suatu hal penting dari kantong ini adalah tekanan rendah yang berlaku diantaranya. Tekanan rendah ini bersama

tekanan tinggi hasil dari aliran udara yang datang menghantam depan cakram dan dengan tiba-tiba diarahkan kembali ke luar, mengarah menjadi suatu resultan tekanan dalam arah aliran asli. Perbedaan antara resultan daya dalam arah dari aliran udara pada depan cakram dan daya-daya yang berhubungan pada belakang cakram adalah *bentuk seretan*. Seperti pada permukaan seretan, besarnya bentuk seretan bergantung pada faktor-faktor seperti : 1) daerah silang tubuh (*cross sectional*) yang tegak lurus pada aliran, 2) bentuk tubuh, dan 3) kelicinan permukaan.

Di dalam olahraga seluncur (skate) para pemain berusaha membuat posisi tubuh mereka horisontal dengan kedua tangan di belakang badan sehingga daerah silang tubuh atau daerah bagian muka, dan dengan cara ini, bentuk seretan akan dapat dikurangi.

Pengaruh bentuk tubuh terhadap besarnya bentuk seretan bergantung kepada tingkat kelancipannya (*streamline*). Jika bagian depan tubuh dibentuk sehingga arah aliran dirubah secara bertahap sebagaimana dia bersinggungan dengan tubuh, tekanan di depan berkurang daripada jika arah aliran dirubah dengan tiba-tiba. Jika bagian belakang tubuh diruncingkan sehingga aliran tidak perlu membuat perubahan yang tajam agar tetap kontak dengannya, pemisahan aliran dari lapisan tubuh, kantong bergolak (*turbulent pocket*) bertekanan rendah, dan arus pusaran yang menyertainya semuanya diperkecil. Jadi, jika semuanya ini sama, tubuh dengan bentuk lancip mempunyai lebih sedikit bentuk seretan daripada yang tidak lancip.

Di dalam beberapa cabang olahraga adapula yang memerlukan bentuk seretan sebesar mungkin sehingga bentuk yang tidak langsing yang dipakai. Pada saat berlayar mengikuti arah angin, bentuk seretan dari layarlah yang paling utama mendorong perahu ke depan sehingga semakin kurang lancip layar itu, lebih besar daya dorong perahu di air. Situasi yang sama dapat pula dilihat pada saat

mendayung. Semakin mantap alat pengayuh pada air akan lebih besar daya maju sampan.

Kehalusan permukaan tubuh atau benda mempengaruhi bentuk seretannya karena akibat yang dipunyai terhadap lapisan batas. Pada saat udara menghantam sebuah bola yang bergerak di udara dan udara diarahkan ke bagian luar untuk melaluinya, suatu lapisan batas dibentuk dekat ke permukaan bola. Kemudian, saat aliran berlanjut di sekitar bola, ia memisah dari lapisan dan membentuk kantong bergolak (*turbulent pocket*). Keadaan pada aliran memisah dari bola sangat menentukan besarnya bentuk seretan. Jika keadaan pemisahan ini dekat di depan bola, suatu kantong bergolak yang besar dibuat dan bentuk seretan secara relatif tinggi. Jika hal ini dekat dengan belakang bola maka terjadi kebalikannya. Situasi dimana aliran memisah bergantung sekali kepada bentuk lapisan batas sekitar depan bola. Jika lapisan batas berlapis *laminar* (yaitu, lapisan-lapisan yang berdampingan dari udara yang mengalir sejajar satu sama lain), titik pemisahan akan lebih jauh ke arah depan bola daripada jika hal ini lapisan batas bergolak -*turbulent*.

Dua hal prinsip menentukan apakah lapisan batasnya berlapis (*laminar*) atau bergolak (*turbulent*) adalah kecepatan aliran dan kehalusan permukaan bola. Mengacu pada hal yang pertama, sesaat aliran mencapai suatu kecepatan kritis tertentu, lapisan batas menjadi bergolak dan bentuk seretan secara drastis berkurang. Misalnya, Lyttelton (1957) (dalam Hay, 1985) melaporkan bahwa seretan pada bola cricket berkurang mendekati seperempat dari nilainya terdahulu seketika kecepatan kritis dicapai. Faktor kedua, kehalusan permukaan bola, sangatlah menentukan besarnya kecepatan kritis - suatu besaran yang lebih lebar jika permukaan bolanya licin daripada yang kasar. Pentingnya kenyataan ini dalam permainan golf ditemukan pertama kali oleh seorang *caddy* (orang yang membantu

pemain golf untuk mengangkat peralatannya) dari Skotlandia yang memperhatikan bahwa sebuah bola bekas pakai yang baik dapat dipukul lebih jauh daripada yang baru dengan tipe lembut. Penemuan ini membuat para penghasil bola golf membuat lekukan-lekukan pada permukaan bola sehingga ia dapat dipakai atau menampilkan hasil yang lebih baik.

### c. Gelombang Seretan

Pada saat melakukan start pada perlombaan renang, perenang melompat ke depan dengan posisi hampir horisontal. Selama bagian pertama dari penyelamannya, ia "membenamkan" dirinya dan sambil bergerak di dalam air. Kemudian, pada saat ia memasuki air (dan sebelum dia muncul ke permukaan), dia sekali lagi "membenam", dan melakukan luncuran. Setiap gerakan maju perenang dalam keadaan membenam ini mendapat tantangan dari seretan yang diberikan padanya oleh cairan sekitarnya. Pada saat di udara, ia dikenai oleh bentuk dan permukaan seretan yang diberikan udara saat ia melampauinya. Dalam hal sama, jika ia berada di bawah air, ia mendapat bentuk dan permukaan seretan yang berhubungan dengan air di sekitarnya. Pada situasi seperti ini, ia tidak berbeda dengan setiap benda yang bergerak pada cairan dan gas, dan ia secara total membenam, keseluruhannya mengalami bentuk dan permukaan seretan.

Perenang berbeda saat ia muncul ke permukaan air dan melakukan gerakan kaki dan lengannya. Pada saat ini, ia tidak lagi membenam dalam satu kondisi (air) tetapi ia bergerak pada dua kondisi yang saling berhadapan (air dan udara). Dalam situasi seperti ini, dan masih banyak lagi dalam cabang olahraga lainnya, tubuh yang terlibat padanya merupakan subjek dari semacam seretan lagi. Hal ini timbul karena gerakannya sepanjang dua kondisi dimana

tubuh mengeluarkan daya yang menimbulkan gelombang. Reaksi terhadap daya-daya ini disebut *gelombang seretan*, yaitu suatu tambahan daya tahanan kepada bentuk dan permukaan seretan.

Perlombaan yang mengacu kepada pemakaian aturan-aturan yang mengatur tentang gaya dada merupakan contoh bagaimana pentingnya gelombang seretan ini. Sampai pertengahan tahun 1950an kebanyakan perenang berenang pada permukaan air dengan cara yang biasa. Sekitar waktu ini, beberapa ahli tentang gaya dalam renang menyimpulkan bahwa berenang di bawah air lebih cepat daripada di permukaan. Hal ini menimbulkan pengaruh terhadap gaya dada yang dipertandingkan. Misalnya, pada tahun 1956 dalam renang gaya dada 200 meter putra di Olimpiade beberapa perenang berenang hampir keseluruhan panjang pertama kolam di bawah air dan muncul ke permukaan hanya saja karena terpaksa oleh kebutuhan akan udara. Apa yang dapat ditemukan oleh para perenang ini adalah walaupun seseorang dapat mengharapkan suatu peningkatan dalam permukaan dan bentuk seretan pada saat tubuh membenam di dalam air, penurunan dalam gelombang seretan telah cukup untuk lebih mengimbangi daripada peningkatan-peningkatannya. Peraturan perlombaan renang gaya dada segera dirubah dan sekarang jumlah *stroke* yang dapat dilakukan di dalam air dibatasi.

#### d. Naikan (*lift*)

Para atlet sering memperhitungkan untuk meningkatkan tampilan mereka dengan mengontrol seretan yang beraksi pada tubuhnya. Sebagai tambahan, beberapa dari mereka juga memperhitungkan dengan menggunakan suatu ukuran pengontrolan terhadap naikan/*lift* (komponen daya tahanan udara yang tegak lurus pada seretan). Pelempar cakram dan lembing,

misalnya, berusaha untuk melempar alat-alatnya sehingga mereka akan menghadapi seminimal mungkin seretan (dan diperlambat sesedikit mungkin) dan pada saat yang sama mengalami sejumlah naikan sehingga mereka dapat "tertahan di udara" dan waktu terbangnya diperpanjang.

Pada setiap pemberian kecepatan dari aliran, besarnya naikan dan seretan bergantung pada bagian bagaimana tubuh diorientasikan atau dihadapkan. Jika ia dicondongkan tegak lurus ke arah dari mendekatnya aliran (contohnya pada cakram yang tegak), ia akan mempunyai seretan yang relatif besar dan sedikit naikan jika ada. Sebaliknya, jika ia sejajar dengan aliran, ia akan mempunyai sedikit seretan dan sedikit naikan. Oleh karena itu jelaslah, jika suatu tubuh mengalami setiap tanda pengaruh naikan, sudut antara aliran dan bidang tubuh (disebut sudut datang) harus lain dari 0 derajat atau 90 derajat - tidak satupun darinya menghasilkan pengaruh ini. Hal ini berarti bahwa seretan harus lebih besar daripada nilai minimal yang dapat dicapai. Secara singkat, suatu komponen sangat penting antara tujuan-tujuan yang berkonflik dari naikan maksimal dan seretan minimal, sedangkan secara jelas tidaklah mungkin untuk mendapatkan keduanya pada saat yang bersamaan.

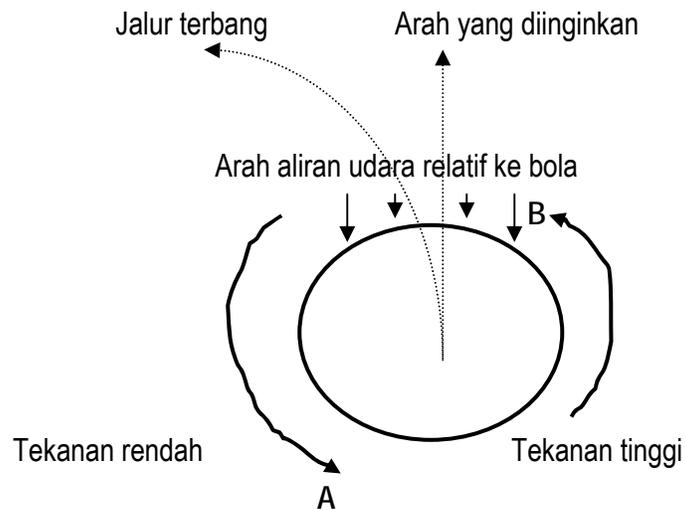
Pemakaian "yang langsing dari sayap" (*airfoil*) yang digundukkan pada mobil-mobil balap memberikan suatu penerapan yang menarik dari prinsip tahanan cairan dan gas. Idennya adalah untuk meningkatkan gesekan antara lintasan dan ban pada saat mobil melakukan suatu tikungan. Hal ini dilakukan dengan menggundukkan sayap *airfoil* terbalik sehingga bukannya terangkat -seperti pesawat diangkat oleh sayap-sayapnya saat ia menderu turun landasan - mobil tersebut dipaksa melekat pada lintasan. Dengan kata lain, komponen naikan dari tahanan udara beraksi lebih ke

bawah daripada ke atas. Dengan reaksi normal yang ditingkatkan dengan cara ini, tujuan dari peningkatan gesekan antara mobil dan lintasan dapat dicapai.

## B. Pengaruh Magnus.

Keapikan (dan menjengkelkan) jalannya lengkungan suatu bola yang disayat (*slice*) dan dikait (*hook*) sangat dikenal oleh pegolf. Di dalam tenis, baseball, sepakbola, volley ball, dan lainnya hal ini juga dikenal, yaitu bola dapat dibuat melengkung lintasannya jika cukup putaran diberikan kepadanya sebelum ia diproyeksikan ke udara. Hal ini dikenal sebagai *pengaruh Magnus*. Magnus adalah nama dari seorang ilmuwan berbangsa Jerman yang pertama kali memperhatikannya. Pengaruh Magnus dapat diterangkan sebagai berikut: jika tubuh berputar ia cenderung membawa bersamanya cairan dan gas yang berkontak langsung dengan permukaannya. Cairan dan gas ini, sebaliknya, cenderung secara sama mempengaruhi cairan dan gas di dekatnya. Dengan cara ini, tubuh memperoleh suatu lapisan batas yang berputar dengannya. Untuk bola golf pada gambar 15, tanda panah A dan B menunjukkan arah bola dan lapisan batasnya berputar.

Karena perputaran ini, udara pada lapisan batas di sisi sebelah kiri bola bergerak ke belakang secara relatif ke titik pusat bola. Oleh karena itu ia bertemu dengan aliran udara di dekatnya pada kecepatan yang lebih kecil daripada yang seharusnya jika bola tidak berputar. Sebaliknya, udara pada lapisan batas di sisi sebelah kanan bola bergerak kedepan secara relatif ke titik pusat bola dan berarti bertemu aliran udara di dekatnya pada kecepatan yang lebih besar daripada yang seharusnya jika bola tidak berputar.



Gambar. 15 Magnus Efek pada Bola Golf

Suatu daerah bertekanan tinggi timbul dimana lapisan batas dan aliran di dekatnya bertemu pada suatu kecepatan yang ditingkatkan di sisi kanan bola, dan suatu daerah tekanan rendah muncul dimana mereka bertemu pada suatu kecepatan yang diperlambat pada sisi sebelah kiri bola. Hasil keuntungan dari perbedaan dalam tekanan pada setiap sisi bola adalah suatu daya resultan yang beraksi pada bola dari sisi kanan ke sisi kiri dihasilkan. Daya resultan ini menyebabkan bola menyimpang dari jalur lurus.

Pengaruh Magnus dapat dipakai untuk keuntungan dalam beberapa cara. Misalnya: jika bola golf dipukul dengan tepat, sejumlah putaran belakang diberikan padanya. Putaran belakang ini menyebabkan suatu daerah bertekanan tinggi di bawah bola, dan hal ini selanjutnya menghasilkan bola yang mengalami suatu daya yang mengangkatnya dan memperpanjang waktu terbangnya. Hay (1985)

menjelaskan tentang bagaimana pentingnya hal ini jika dibandingkan hasil yang didapat dari bola golf yang dipukul dengan putaran belakang dan tanpa putaran belakang. Pada kasus pertama, bola naik sekitar 21 m di udara dan tetap di udara untuk 5,55 detik dan menempuh jarak horisontal sepanjang 183 m. Sedangkan bola yang dipukul tanpa putaran belakang bergerak naik kurang dari 6 m dan tinggal di udara hanya 2,1 detik dan menempuh jarak kurang lebih 102 m.

Pengaruh Magnus dapat pula dipakai di dalam suatu tendangan sudut dalam sepakbola. Jika bola ditendang sedikit keluar dari titik pusatnya sehingga ia mendapatkan suatu putaran sekitar sumbu vertikalnya, tekanan yang dihasilkan dapat membuat bola bergerak membelok dari jalur lurus sehingga suatu gol dapat diciptakan.

## Bab 8

# MEMPERSIAPKAN TUBUH UNTUK MENERAPKAN PRINSIP- PRINSIP MEKANIS

Ilmu pengetahuan tentang prinsip-prinsip dari gerakan dapat membuat pemakainya lebih mampu untuk memanfaatkan dan juga sebagai persiapan tubuh untuk menerapkan prinsip-prinsip ini lebih efektif. Dari proses persiapan ini juga akan diperoleh keuntungan seperti merasa lebih baik secara fisik, meningkatkan potensi fisik dari struktur tubuh, mengurangi kemungkinan dari resiko kecelakaan, menghindari trauma pada persendian, dan meningkatkan atau mempertahankan bentuk yang baik.

Walaupun pendidikan jasmani dan olahraga secara positif dapat memberikan perkembangan bagi pesertanya, para peneliti telah menemukan bahwa kebutuhan fisik manusia mungkin secara keseluruhannya tidak dapat diperoleh melalui partisipasi khusus dan manusia mungkin membutuhkan suatu pelengkap bagi program kegiatannya dengan beberapa tambahan persiapan-persiapan fisik. Torbert (1982) menjelaskan bahwa persiapan-persiapan tersebut termasuk di dalamnya adalah memperkuat daerah lingkaran panggul dan bahu, mengembangkan dan mempertahankan tegangan otot dalam

melawan gaya berat atau otot-otot tubuh, dan meregangkan otot-otot tubuh yang cenderung memendek.

Torbert (1982) menerangkan beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang bagaimana mempersiapkan tubuh dalam menerapkan prinsip-prinsip mekanis ini adalah: mempersiapkan tubuh dan kegiatan pendukungnya.

## A. Mempersiapkan Tubuh

Dalam hal ini Torbert (1982) menjelaskan bahwa kegiatan yang dapat dilakukan adalah:

- a. Meningkatkan Bentuk Tubuh (*Posture*)
- b. Memperkuat dan Menegangkan Otot
- c. Memperbaiki Kekakuan Otot

### a. Meningkatkan Bentuk Tubuh (*Posture*)

Bentuk tubuh yang buruk sering dipakai sebagai petunjuk yang baik untuk kebutuhan fisik seseorang. Misalnya; apakah bahu Anda maju ke depan? Hal ini terjadi karena kemungkinan disebabkan oleh kekakuan pada otot-otot dada dan atau lemahnya otot-otot punggung bagian atas.

Persendian bahu merupakan titik berputar munculnya gerakan lengan. Gerakan berputar yang baik dari persendian ini penting untuk mendapatkan waktu dan jarak yang dibutuhkan untuk membangun daya. Kekuatan yang cukup juga diperlukan untuk menstabilkan bagian dari tubuh yang mendasari seluruh gerakan mendorong dan menarik dari tangan.

Apakah punggung Anda melengkung? Kemungkinan ini disebabkan dari kakunya otot *iliopsoas* dan lemahnya otot-otot *abdominals*. Lingkaran pada panggul merupakan suatu daerah penting untuk memantapkannya.

Perkembangan otot-otot perut yang baik akan membantu untuk menahan daerah sekitar tulang panggul berada pada posisinya. Kemantapan pada daerah ini mempunyai empat factor penting dalam fungsi mekanisnya, yaitu:

- 1) kesetimbangan akan dapat lebih dikontrol jika daerah dimana pusat berat tubuh sering ditemukan dapat dipertahankan dengan mantap dan penyesuaiannya dapat pula dibuat dengan cepat untuk memperhalus atau perubahan yang mendadak oleh otot pengontrol pada daerah ini.
- 2) Perputaran badan merupakan bagian yang dilaksanakan oleh otot-otot abdominal
- 3) Seluruh gerakan daya yang penuh tenaga dari kaki bergantung kepada suatu landasan daerah panggul yang mantap sebagai persiapan untuk mendorong atau menarik
- 4) Gerakan-gerakan yang penuh tenaga dari tubuh bagian atas, umumnya berasal pada daerah sekitar panggul (*pelvic*), membutuhkan paling tidak dua pemantapan, yaitu: pemantapan pada daerah panggul dan lingkaran sekitar bahu

Bentuk tubuh yang baik dianggap sebagai suatu posisi atau beberapa posisi dari tubuh, tetapi apa sebenarnya yang mengacu kepada berbagai bentuk tubuh yang baik adalah seperangkat dari kondisi-kondisi tubuh yang penting. Keberadaannya mengarah kepada suatu kemantapan dari kekuatan dan panjangnya kelompok otot-otot yang berlawanan. Jika hal ini ada, seseorang cenderung untuk mempunyai bentuk tubuh yang baik. Tetapi suatu hal yang agak lebih penting adalah seseorang akan mempunyai kebebasan yang lebih luas dan mengontrol untuk bergerak dengan baik dan kesiapan untuk melakukannya.

#### **b. Memperkuat dan Meningkatkan Tegangan Otot**

Gaya berat tubuh secara terus menerus menarik kearah bumi. Hal ini menjadi nyata jika seseorang kehilangan kesetimbangannya. Untuk

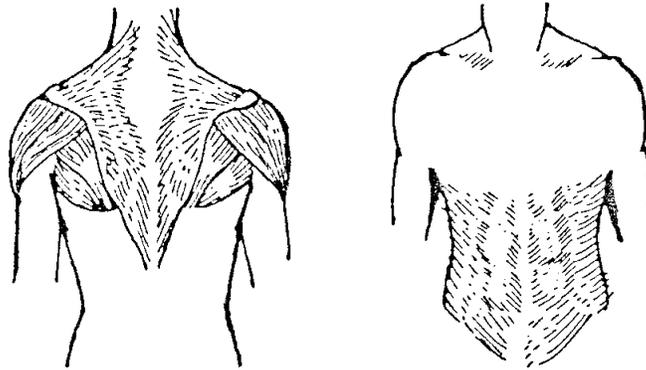
mengatasi kejadian ini dibutuhkan kekuatan otot dan daya tahan dalam bentuk tegangan otot. Untuk mencegah agar tidak jatuh seseorang harus mengkontraksikan beberapa otot untuk mendapatkan kesetimbangan dan memposisikan kembali pusat berat tubuh sehingga menempatkan diri individu untuk kembali keposisi setimbang. Hal inilah yang menjadikan pentingnya bagi seseorang untuk mempertahankan kekuatan dan dayatahan dan juga bagi orang yang mudah mendapat kecelakaan (jatuh) sehingga mengharuskannya untuk secara kontinyu berlatih atau mengikuti program pengembangan kesegaran jasmani atau kebugaran.

Tanda bagi suatu otot yang terpelihara dengan baik adalah tegangannya (*tonus*). Jika sebuah otot mempunyai ketegangan yang baik, sejumlah jaringan dari otot secara kontinyu dalam keadaan kontraksi. Jaringan-jaringan pada otot bekerjasama melaksanakan tugas sebagai suatu tim dan melakukan kontraksi setiap saat secara bergiliran. Hal ini mencegah kelelahan dan memberikan rasa kuat pada otot selama mempertahankan tingkat kesiapannya. Dalam kondisi “siap” ini memungkinkan suatu penyesuaian yang segera untuk memperhalus atau perubahan yang mendadak dan meningkatkan pengontrolan tubuh. Kondisi otot seperti ini akan dapat dicapai melalui kegiatan hidup sehat secara terus menerus.

Berdiri dan duduk juga membutuhkan suatu perlawanan terhadap gaya berat. Jika seseorang mempunyai tegangan otot yang lemah ia cenderung untuk jatuh, bungkuk, lebih lanjut meningkat menjadi lemah, menjadikan tekanan pada struktur persendian, dan mengurangi kemampuan untuk membuat respon yang efektif dan cepat.

Karena kebugaran dan bentuk tubuh yang baik membutuhkan suatu perawatan dari keseluruhan tubuh beberapa daerah atau otot-otot pada tubuh membutuhkan pula perhatian khusus untuk tetap mempertahankan keefektifannya.

Dua daerah yang memegang peranan penting dalam penstabilan dan membutuhkan perhatian khusus untuk mempertahankan kebutuhan kekuatan, dayatahan, dan tegangan otot adalah bagian atas tulang belakang dan bahu dan bagian perut (*abdominals*) (lihat gambar 16)



Gambar 16. Dua Daerah Otot yang Penting

Coba perhatikan seseorang yang bungkuk dikarenakan lemah tegangan ototnya. Ia juga akan lebih sukar untuk menyesuaikan kesetimbangannya. Ia juga akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk merespon terhadap suatu awal dari kehilangan kesetimbangan dan mengapa pula ia lebih cenderung untuk kehilangan kesetimbangan dan jatuh? Mengapa pula orang seperti ini cenderung untuk mendapat kecelakaan (jatuh) dan kurang trampil secara fisik?. Mengapa pula ia kurang siap untuk bergerak?

Coba juga perhatikan bagaimana seseorang yang lemah tegangan ototnya pada daerah punggung dan bahu yang mungkin dapat mengakibatkan bahu yang “jatuh” (menjorok) ke depan. Perhatikan juga bagaimana dengan lemahnya otot-otot pada bagian atas punggung dan bahu sehingga menimbulkan pengaruh saat melakukan gerakan persiapan ayunan ke belakang (*backswing*) dalam sebuah lemparan atau

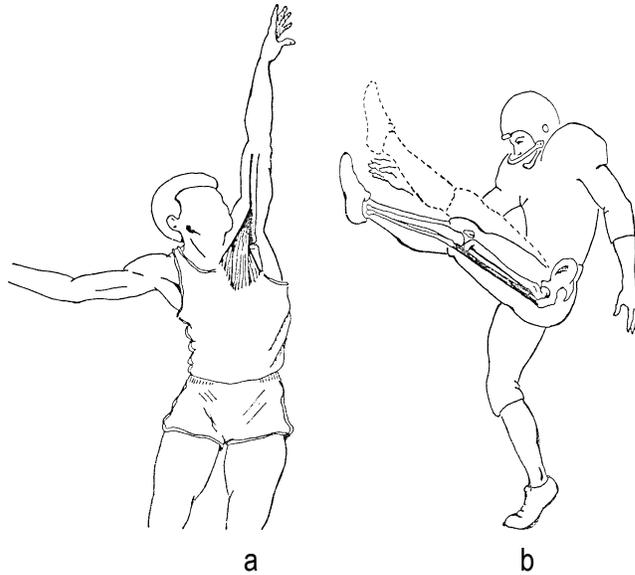
pukulan (*stroke*). Lihat juga bagaimana dengan lemahnya pergelangan bahu dapat mengakibatkan berkurangnya kemampuan seseorang untuk menstabilkan daerah tersebut yang berperan sebagai penahan terhadap suatu gerakan mendorong atau menarik dari tubuh bagian atas seperti dalam melakukan pukulan dan lemparan.

Perhatikan juga bagaimana dengan lemahnya otot-otot pada bagian sekitar perut yang mungkin dapat menyebabkan seseorang mempunyai punggung yang melengkung. Kurangnya kekuatan pada daerah perut ini juga memungkinkan berkurangnya kemampuan seseorang untuk menyeimbangkan daerah panggul yang juga merupakan tempat pusat dari berat tubuh. Perlu diingat bahwa dengan kemampuan menyesuaikan pusat dari berat tubuh memerankan hal penting dalam kesetimbangan dan kesetimbangan ini merupakan pondasi bagi seluruh gerakan. Perlu juga diingat bahwa kesetimbangan pada daerah panggul memungkinkannya berperan sebagai penahan terhadap gerakan menarik dan mendorong dari tubuh bagian bawah.

### c. Memperbaiki Kekakuan Otot

Pada saat seseorang berusaha untuk mendapatkan kekuatan otot dan tegangannya ia harus menyadari kebutuhan lebih lanjut untuk mengikutsertakan peregangan dalam program latihannya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kekakuan otot dan untuk meyakinkan bahwa luas gerakan (*range of motion*/ROM) yang tepat dapat tersedia dalam segala bentuk dari persendian.

Seluruh gerakan yang dilakukan sekitar persendian dapat terlaksana melalui suatu sistem dari otot-otot yang berlawanan. Selain otot-otot harus kuat untuk mengkreasikan dan memberhentikan suatu gerakan (menyerap daya) otot-otot tersebut harus juga cukup panjang dan elastis untuk memberikan kebebasan bagi gerakan dan suatu posisi awal yang baik untuk bergerak.



Gambar 17. Luas Gerakan yang Berkurang

Tanpa adanya latihan peregangan yang berkala, kebebasan dan luas gerakan dapat secara berangsur menjadi hilang/berkurang. Lihat gambar 17.

Otot-otot yang terlalu sering dipergunakan sehingga mengalami beban yang banyak cenderung untuk membentuk jaringan penghubung diantara mereka. Bagian daripada hal ini sebenarnya adalah suatu bentuk jaringan bekas luka/goresan yang mengembang sebagai hasil dari sobekan-sobekan mikrokopis atau “kecelakaan kecil” yang muncul selama melakukan kegiatan aktif.

Karena jaringan penghubung memendek jika tidak secara teratur diregangkan, otot yang terlalu sering dipergunakan mungkin juga akan memendek dan menyebabkannya kaku dan kehilangan luas gerakan (ROM). Kondisi seperti ini dapat pula membatasi waktu dan jarak dalam

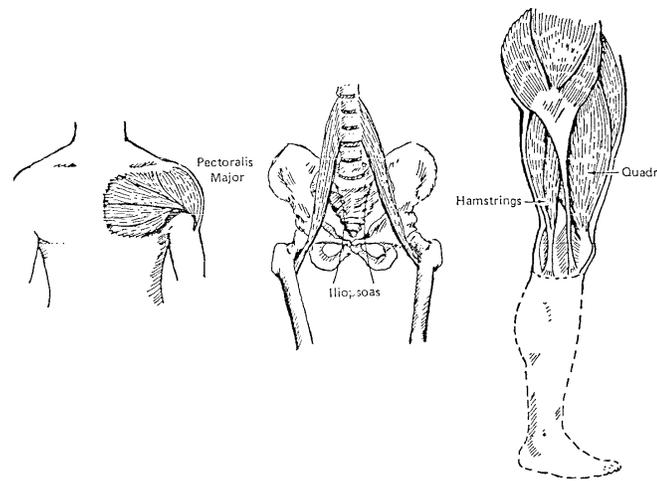
mengembangkan daya/tenaga. Kejadian ini dapat pula mengurangi potensi pemberian daya, mengurangi daya pegas yang dapat dipergunakan dalam menerima suatu daya, dan meningkatkan kemungkinan kecelakaan yang mungkin mengarah kepada kekakuan dan pembatasan gerakan persendian. Kekakuan otot dapat pula menyebabkan berkurangnya bentuk tubuh yang baik dan menempatkan tekanan (*stress*) pada persendian yang terlibat.

Para pelatih dan guru pendidikan jasmani telah menyadari arti penting daripada peregangan (*stretching*) dan telah meningkatkan penekanan pada peregangan dalam program kondisinya (*conditioning program*). Program-program kebugaran atau kesegaran jasmani telah pula meningkatkan programnya dengan hal ini.

Otot dapat memanjang atau perpanjangan dapat dicapai dengan secara teratur melakukan peregangan. Sebuah otot yang kemungkinan menjadi pendek seharusnya diarahkan kepada panjang maksimalnya dan dipertahankan pada posisi meregang ini selama beberapa detik. Hal ini harus dilakukan beberapa kali dalam seminggu.

Perlu menjadi perhatian bahwa gerakan-gerakan peregangan dengan memantulkan tubuh dengan penuh tenaga sering menjadi pertanyaan sampai saat ini karena hal tersebut dapat menimbulkan potensi kecelakaan atau sobeknya otot dan reflek dari peregangan, yang keduanya dapat mengurangi pengaruh yang diinginkan dari memperpanjang otot yang diregang.

Gambar-gambar dibawah ini menunjukkan empat posisi dari kecenderungan kekakuan otot, yaitu otot pectoralis major (bagan dada sebelah atas dan depan dari daerah bahu), iliopsoas, dan otot-otot besar pada bagian muka (*quadriceps*) dan belakang (*hamstring*) dari paha



Gambar 18. Gambar Empat Posisi Kecenderungan Kekakuan

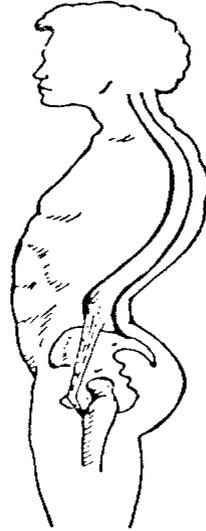
Otot-otot dada yang kaku (*pectoralis major*) menarik atau berlawanan dengan otot-otot punggung bagian atas yang mungkin lemah sehingga menyebabkan bahu menjorok ke depan (lihat gambar 19).



Gambar 19. Bahu Menjorok ke Depan

Kekakuan otot iliopsoas menarik lajur tulang punggung ke depan dan jika otot-otot pada daerah perut tidak cukup kuat untuk melawan tarikan ini maka tarikan kebelakang (*lordosis*) akan terjadi (lihat gambar 19)

Otot-otot yang lemah harus diperkuat hubungannya dan otot-otot yang kaku harus diperpanjang. Jadi bentuk tubuh yang baik merupakan suatu bentuk evaluasi dari kesetimbangan antara panjang dan kuatnya otot yang berlawanan.



Gambar 20. Punggung Melengkung

Coba lihat bagaimana memendeknya otot dari *pectoralis major* (yang melekat dari dada ke bagian atas lengan) dapat memperpendek jangkauan ke arah atas, membatasi ayunan ke belakang dari lengan sehingga mengurangi waktu dan jarak bagi daya untuk dapat dikembangkan.

Coba juga perhatikan jika otot-otot *iliopsoas* memendek. Kemungkinan yang terjadi adalah: menarik punggung ke belakang, mengurangi fungsi seperti pegas dari kurva pada lajur tulang punggung dan mengurangi kemampuannya untuk menyerap benturan-benturan yang

diterima oleh tubuh setiap waktu pada saat melakukan pendaratan atau berlari.

Bisakah Anda lihat bahwa kekakuan pada otot-otot *quadriceps* (terletak di depan paha dan melekat di bawah lutut) dapat membatasi ayunan ke belakang dari kaki yang akhirnya dapat mengurangi waktu dan jarak dari daya yang dapat dikembangkan? Demikian juga dengan kekakuan pada otot-otot *hamstring* (terletak pada bagian belakang paha dan melekat pada bagian bawah lutut) dapat membatasi ayunan ke depan dari kaki yang mengakibatkan berkurangnya waktu dan daya yang dapat dikembangkan.

Bagi suatu program penguatan dan peregangan yang baik sebaiknya diskusikan dengan ahlinya. Perlu diperhatikan juga untuk mempelajari lokasi dan melekatnya otot-otot dan informasi tentang bagaimana program latihan yang paling terbaik sehingga dapat secara teratur dan tepat mengevaluasi tehnik latihan Anda. Latihan yang salah atau kurang tepat dapat menimbulkan kecelakaan atau bahaya sehingga mengurangi usaha untuk kemajuan atau perkembangan.

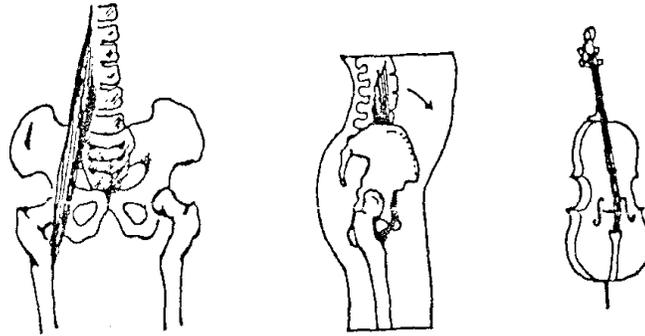
## B. Beberapa Aktifitas yang Perlu Diperhatikan

Torbert (1982) menjelaskan bahwa sebanyak dua aktifitas sering diinformasikan terlalu sedikit atau salah dalam beberapa sumber populer. Kedua hal tersebut adalah tentang peregangan dari *iliopsoas* dan informasi pada saat melakukan *toe touching* (menyentuh ujung jari-jari kaki sambil membungkuk).

### a. Menyentuh Jari-Jari Kaki (*Toe Touching*)

Torbert (1982) menilai bahwa peregangan pada *iliopsoas* seringkali dilupakan oleh banyak orang. Lebih lanjut dijelaskan bahwa *iliopsoas* melekat di dalam lajur tulang punggung pada daerah bagian bawah

(*lumbal*) yang melalui bagian depan dari tulang panggul dan turun ke bawah dan melekat ke dalam tulang kaki bagian atas (*femur*). Hal ini menurutnya sama seperti senar *cello* yang kaku.



Gambar 21 Persamaan *Iliopsoas* dengan Cello

Pada saat otot ini memendek ia menarik bagian kecil dari punggung ke depan dan turun sehingga mengakibatkan punggung melengkung ke belakang dan meningkatkan tekanan pada lajur tulang punggung.

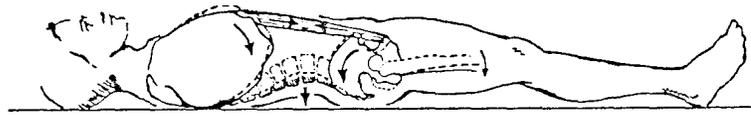
Beberapa bentuk latihan untuk tetap menjaga otot ini meregang adalah:

- 1) Meratakan bagian kecil dari punggung sambil berbaring pada tempat yang rata.

Pada posisi terlentang ini tetap pertahankan kedua paha pada lantai sambil berusaha pula mempertahankan bagian bawah punggung pada lantai. Meratakan bagian punggung dilakukan dengan mengkontraksikan otot perut. Kemampuan untuk melakukan latihan ini dengan mudah merupakan suatu bahan evaluasi bagi meregangnya atau memanjangnya otot *iliopsoas*

- 2) Tidur terlentang pada tempat yang datar. Lihat Gambar  
Angkat atau bawa satu lutut (kanan atau kiri) ke dada dan kaki yang satu lagi serta sebagian punggung tetap menyentuh lantai. Lakukan secara bergantian. Perlu diingat bahwa kaki yang melekat di lantai

adalah sisi yang sebenarnya meregang dan harus mendapatkan perhatian.

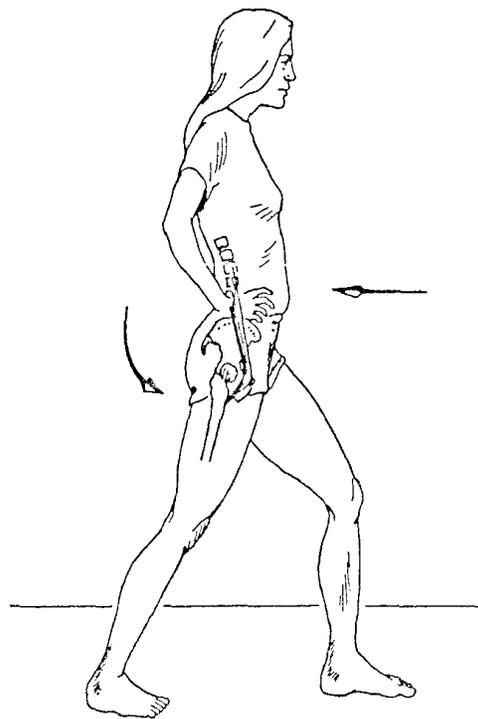


Gambar 22. Tidur Terlentang

3) Peregangan Gaya Pemain Anggar (*the fencer's stretch*).

Berdiri dalam posisi melangkah (salah satu kaki di depan dan yang lain di belakang) dan kedua kaki rata dengan lantai. Posisi kaki bagian belakang memegang bagian bawah dari melekatnya iliopsoas yang meregang pada tempatnya. Jari-jari kaki pada kaki

yang berada di belakang sebaiknya mengarah lurus ke depan. Kedua tangan di pinggang dan putar panggul sambil menekannya ke depan. Dengan cara mendorong seperti ini sebagian kecil dari punggung mengarah ke belakang dan selanjut meregang iliopsoas pada bagian kaki. Tahan posisi ini beberapa detik. Tukar posisi dengan kaki *yang lain*.



Gambar 23. *The Fencer's Stretch*

Karena lajur pada punggung merupakan sebagian dari daerah tubuh yang penting maka suatu evaluasi medis sebelum berlatih perlu juga diperhatikan atau dipentingkan.

# Bab 9

## ANALISA MEKANIS GERAKAN

Di dalam situasi pembelajaran dan pelatihan, analisa gerakan biasanya di dasarkan pada observasi visual dari suatu tampilan. Cara yang paling sering digunakan adalah menganalisa kualitas yang berdasarkan pengamatan dan memori atas apa yang dilihat sehingga evaluasi selanjutnya dapat dibuat. Video dan film dapat dipakai sebagai sumber yang tepat dan metode yang lebih disukai karena media ini memberikan gambaran yang nyata yang dapat dilihat dan diputar ulang untuk mengidentifikasi beberapa variabel daripada yang dapat dilakukan hanya dengan pengamatan dan memori. Video dan film juga merupakan umpan balik yang langsung dapat dilihat oleh siswa dan media ini merupakan alat yang dapat meningkatkan proses belajar mengajar serta dapat didokumentasikan dengan baik.

Pengetahuan guru atau pelatih tentang biomekanika menjadi amat penting sebagaimana perbaikan yang harus segera dilakukan. Guru dan pelatih seharusnya juga dapat menampilkan suatu analisa visual jika film dan video dipakai sehingga keterangan-keterangan seketika dapat diberikan kepada siswa dimana pengalaman gerakannya masih segar.

Walaupun guru dan pelatih mempunyai pengetahuan, tentang biomekanika, mereka masih membutuhkan suatu rencana praktis dalam hal pemakaian pengetahuan ini untuk menganalisa dan mengevaluasi gerakan. Evaluasi gerakan yang

berdasarkan pada konsep-konsep biomekanika akan membantu menentukan atau memodifikasi gerakan dengan tepat. Kreighbaum dan Barthels (1981) menyarankan bahwa prosedur yang dipakai untuk menganalisa gerakan harus umum dan fleksibel sehingga memudahkan untuk menganalisa berbagai macam aktifitas seperti senam, kesegaran jasmani, latihan-latihan berbeban, atletik, dan cabang olahraga lainnya.

## A. Sifat Dasar Keterampilan

Prosedur analisa untuk suatu tampilan sebagian ditentukan oleh sifat dasar dari suatu keterampilan. Keterampilan terpisah merupakan suatu keterampilan yang dilakukan sebagai satu aksi yang dapat dibagi dalam beberapa urutan atau phase dari permulaan sampai akhir atau selesainya gerakan. Contoh dari keterampilan terpisah adalah servis tenis, loncat vertikal, tembakan bebas bola basket, melempar, menendang, berguling ke depan, dan lain lain. Keterampilan berkesinambungan merupakan keterampilan yang pola gerakannya selalu sama dan diulang-ulang. Berlari, berenang, berjalan, bersepeda, dan mendayung merupakan contoh dari keterampilan berkesinambungan.

## B. Mengobservasi Keterampilan Terpisah

Untuk memudahkan observasi keterampilan terpisah dapat di bagi dalam tiga phase utama yang mendukung keseluruhan atau total aksi. Adapun ketiga phase tersebut adalah: a) phase persiapan, b) phase pelaksanaan, dan c) phase akhir atau *recovery* (Kreighbaum dan Barthels, 1981). Gerakan pada phase yang satu memberikan

pengaruh kepada gerakan pada phase berikutnya. Oleh karena itu tujuan dari setiap phase seharusnya dievaluasi dalam hal kontribusinya kepada efektifitas keseluruhan gerakan. Lebih lanjut Kreighbaum dan Barthels (1981) menjelaskan bahwa phase-phase tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### a. Phase Persiapan

Pada urutan pertama ini suatu keterampilan dimulai dengan posisi awal yang statis atau beberapa kondisi gerakan dan berlanjut dengan Bergeraknya tubuh atau bagian-bagiannya ke dalam suatu posisi yang akan menghasilkan pelaksanaan gerakan yang terbaik yang direncanakan untuk mencapai tujuan mekanis. Misalnya, dalam lemparan atas (*over arm*) (gambar. 14.a) phase persiapan adalah gerakan ayunan ke belakang (*back swing*) dari bagian-bagian tubuh atau "*wind up*". Gerakan ayunan ke belakang merupakan suatu persiapan untuk melaksanakan gerakan-gerakan yang sebenarnya yang hasilnya untuk memproyeksikan bola.

#### b. Phase Pelaksanaan

Di dalam phase pelaksanaan, bagian-bagian tubuh digerakkan untuk menyelesaikan tujuan mekanis dari keterampilan. Jika tujuan dari suatu lemparan adalah untuk memproyeksikan bola dengan kecepatan horisontal maksimal, phase pelaksanaan dimulai dengan gerakan-gerakan ke depan dari bagian-bagian dasar terbesar dari tubuh sementara bagian-bagian atas yang bebas berlanjut menyelesaikan gerakan-gerakan persiapannya (gambar 24b). Semacam saling melengkapi dari phase persiapan dan pelaksanaan sering tidak tampak jelas oleh pengamat umum atau sambil lalu saja.

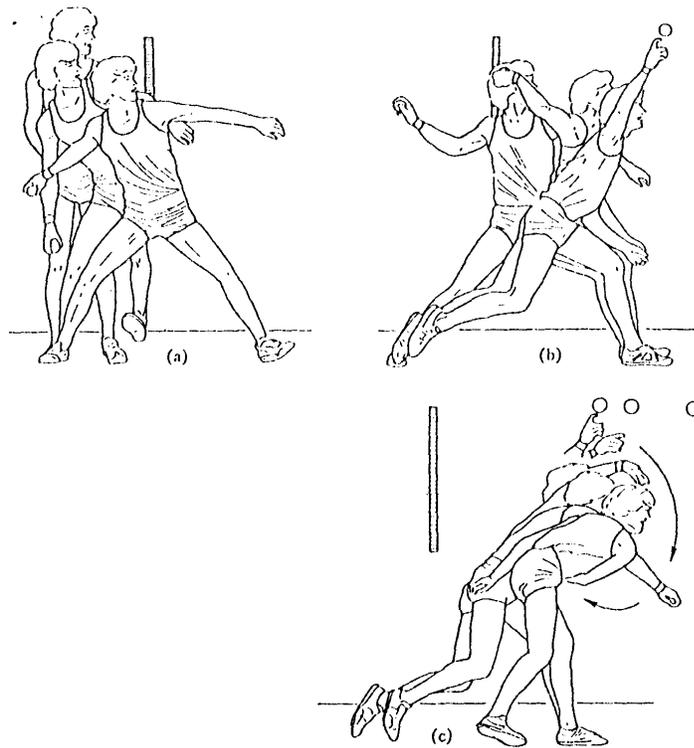
### c. Phase Akhir/*Recovery*

Phase akhir atau phase recovery dari keterampilan terpisah merupakan kesinambungan dari bagian atau gerakan tubuh yang mengikuti penyelesaian dari phase pelaksanaan. Setelah bola dilepaskan dari tangan pelempar, momentum dari bagian-bagian yang berputar membawanya lebih jauh ke depan dan di sekitar arah putaran yang sama dengan gerakan sebelum bola dilepaskan (gambar 24c). Semacam kelanjutan dari gerakan melempar dan memukul dikenal sebagai gerak ikutan. Titik berat tubuh juga dipindahkan ke depan, dan dasar penopang harus diperbesar pada arah tersebut demi menjaga kesetimbangan. Walaupun ada semacam perpindahan kaki tidaklah dapat secara langsung dihubungkan dengan kelanjutan dari gerakan melempar, hal ini merupakan suatu bagian penting dari phase penutup. Pengamatan terhadap perlambatan dan arah dari bagian-bagian tubuh selama gerakan pada phase rekoverti sangat menolong dalam mengevaluasi bagaimana baiknya tujuan mekanis dari phase pelaksanaan dapat dicapai. Misalnya, jika dalam gerakan-gerakan rekoverti diminimalkan, atau tidak ditekankan sebagai bahagian dari tampilan, si pelempar tidak akan mempunyai suatu kecepatan tangan yang tinggi karena bagian-bagian tubuh sudah diperlambat sebelum lepasnya bola. Kehadiran gerak ikutan menandakan bagian-bagian tubuh mengembangkan kecepatan yang sangat besar sepanjang phase pelaksanaan untuk menyebabkannya terbawa ke depan. Kelanjutan gerakan-gerakan oleh karena hasil momentum dari bagian-bagian tubuh juga penting dalam mencegah kecelakaan. Perlambatan yang seketika atau mendadak dari gerakan bagian tubuh memerlukan pengaplikasian perlambatan daya. Semakin mendadak perlambatan, semakin besar daya yang memperlambatnya.

Kontraksi eksentrik dari otot-otot yang menyilang persendian merupakan suatu mekanisme pengereman perlindungan yang normal untuk bagian-bagian tubuh. Lebih bertahap perlambatan, lebih sedikit daya otot-otot dibutuhkan per unit waktu dan lebih sedikit bahaya terjadinya strain otot atau kehancuran jaringan penghubung lainnya

Semacam "penghindaran *shock*" diselesaikan pada phase penutup dengan perlambatan secara bertahap bagian-bagian tubuh, dan dijadikan sebagai sama pentingnya dengan penyerapan *shock* yang memakai kontraksi eksentrik pada saat menerima suatu daya eksternal. Jika kontraksi otot eksentrik tidak dipakai untuk menyetop suatu gerakan bagian tubuh, bagian tersebut akan bergerak cepat ke batas ekstrim dari gerakan sendi dan perlambatan seketika yang disebabkan kontak tiba-tiba dari struktur tulang sendi akan menghasilkan kehancuran tulang, tulang rawan, dan persendian.

Kurangnya tekanan pada persendian bahu di dalam gerak ikutan dari lemparan, misalnya, jika tubuh diizinkan berputar ke depan bersama dengan Bergeraknya tubuh bagian atas, dengan cara demikian pencegahan perlambatan yang tiba-tiba dari lengan berhubungan dengan tubuh dan kemungkinan cedera pada persendian bahu.



Gambar 24. Urutan Phase pada Gerakan Melempar  
 (Sumber: Kreighbaum dan Barthels, 1981 : 449)

Kurangnya tekanan ditempatkan pada siku saat melakukan lemparan bola cepat daripada melempar suatu bola lengkung, karena lebih besarnya jarak gerakan yang diberikan oleh persendian bahu.

Phase *recovery* dari suatu keterampilan dapat disatukan ke dalam phase persiapan dari suatu gerakan berikutnya. Hal ini muncul di dalam

kegiatan-kegiatan yang membutuhkan suatu kesiapan posisi diantara pelaksanaan-pelaksanaan keterampilan seperti dalam tenis, volley, anggar, senam, gulat, dan beladiri.

Di dalam permainan, strategi keterampilan berikut ini sering tidak dapat ditentukan sebelumnya, dan si atlit harus memakai gerakan recovery dari keterampilan sebelumnya untuk berpindah ke suatu kesiapan posisi umum yang akan memberikan hasil terbaik bagi pelaksanaan keterampilan berikutnya.

Pemakaian guling bahu dan guling ke belakang di dalam bola volley memungkinkan para pemain melakukan recovery dengan cepat ke posisi siap. Seorang koreografer tari, renang sinkronisasi, skate, dan senam lantai harus memperhatikan bahwa gerakan-gerakan recovery dari suatu keterampilan memberikan suatu persiapan bagi para atlit untuk keterampilan berikutnya.

### **C. Mengamati Keterampilan Berkesinambungan**

Pada saat mengamati keterampilan berkesinambungan seperti berlari dan berenang biasanya diperkirakan orang bahwa setiap siklus dari pola ditampilkan dengan cara yang sama. Maksudnya bahwa suatu siklus yang dipilih untuk dianalisa mewakili keseluruhan siklus-siklus di dalam tampilan keseluruhan. Hal tersebut bukanlah suatu dugaan yang tidak beralasan jika si atlit berketerampilan tinggi. Atlit yang berketerampilan tinggi menunjukkan kurang variasi di dalam ulangan-ulangan pola gerakan daripada atlit yang kurang trampil. Sesuatu hal yang tidak realistis untuk mengharapkan si pengamat memilih secara visual dan mengingat satu siklus sebagaimana ia ditampilkan untuk tujuan analisa. Si pengamat akan lebih mudah menganalisa suatu keterampilan berkesinambungan karena siklus--siklus secara berkelanjutan diulang-ulang untuk pengamatan.

Keterampilan terpisah juga harus diulang-ulang untuk pengamatan, tetapi keragaman diantara tampilan-tampilan biasanya lebih besar daripada dalam keterampilan berkesinambungan. Waktu yang berlaku diantara setiap tampilan yang diamati biasanya juga lebih besar daripada keterampilan berkesinambungan, dan si pengamat kekurangan manfaat dari "ulangan segera" yang diberikan oleh tampilan dari suatu keterampilan berkesinambungan.

Setiap siklus dari keterampilan berkesinambungan dapat pula dibagi ke dalam phase-phase; bagaimanapun, semacam pembagian-pembagian akan berubah-ubah dan bervariasi dari satu keterampilan ke keterampilan berikutnya. Misalnya. Di dalam berlari, kaki kanan bergerak ke arah depan sebagaimana kaki melakukan dorongan (*push-off*) dari permukaan. Gerakan ke depan dari kaki kanan ini dapat disebut sebagai phase persiapan untuk kontaknya kaki. Ini juga mungkin dikatakan phase recovery yang mengikuti *push-off*. Suatu contoh yang sama juga dapat dilihat dalam gerakan ayunan lengan ke depan dalam berenang. Suatu hal yang agak praktis untuk mempertimbangkan kontribusi mekanis dari gerakan-gerakan bagian secara tersendiri pada posisi yang berbeda dalam waktu selama suatu siklus yang komplit dari pola gerakan yang ditampilkan. Misalnya, di dalam berlari, suatu periode kritis untuk menerapkan daya ke tanah untuk mendorong adalah selama phase dukungan dari lurusnya kaki untuk mendorong (*push-off*). Suatu pemeriksaan dari gerakan-gerakan relatif dan posisi-posisi dari bagian-bagian tubuh selama phase ini akan memberi keterangan tentang bagaimana daya dari dorongan kaki sedang diarahkan untuk menggerakkan tubuh.

Di dalam berenang, saat atau phase diantara suatu gerakan tangan seperti "*entry, reach, catch, inward scull, outward scull, dan arm recovery*", setiap gerakan menuntut pemeriksaan bagi positif atau negatif kontribusi ke arah penyelesaian tujuan mekanis dari

tampilan. Bagaimanapun juga rasional yang dipakai untuk mengidentifikasi posisi kunci atau phase-phase dalam keterampilan terpisah atau berkesinambungan, faktor-faktor yang sama diperhitungkan di dalam suatu analisa mekanis.

#### **D. Paksaan dari Lingkungan dan Pelaku**

Untuk setiap kegiatan, si pelaku harus beraksi dalam beberapa set kondisi-kondisi lingkungan, dan batasan-batasan, yang dipaksakan oleh lingkungan harus diketahui dan dipertimbangkan pada saat melakukan pemeriksaan. Paksaanpaksaan yang ditentukan oleh lingkungan dan pelaku termasuk di dalamnya faktor seperti peraturan pertandingan, batasan-batasan ruang dan kegiatan, peralatan yang dapat dipakai, waktu yang tersedia bagi gerakan, dan kemampuan gerakan dari atlit.

Di dalam beberapa kasus terutama pada olahraga kompetitif, cara suatu tampilan dilakukan dapat ditentukan oleh gerakan si atlit secara segera sebelum tindakan dipertanyakan. Misalnya, suatu pukulan backhand dalam tenis dapat dilakukan dalam suatu posisi yang tidak mantap. Juga, kebutuhankebutuhan yang di buatnya segera setelah keterampilan dilakukan dapat mencegahnya untuk mengikuti prinsip-prinsip mekanis ideal. Misal, bola volley dapat di smash dengan daya ke bawah yang kecil daripada yang diinginkan karena kecepatan tangan harus dikurangi agar tidak menyentuh net.

#### **E. Proses Analisa**

Sebelum memperhatikan gerakan, Kreighbaum dan Bathels (1981) menganjurkan agar di pengamat harus mengidentifikasi hal-hal sebagai

berikut: 1. mengidentifikasi tujuan mekanis gerakan; 2. mengidentifikasi prinsip-prinsip gerakan yang sebaiknya diterapkan untuk mencapai hasil terbaik dari tujuan; dan 3. mengidentifikasi variabel-variabel mekanis dari setiap prinsip yang akan menyediakan hal-hal penting sebagai petunjuk pengamatan gerakan

### 1. Mengidentifikasi Tujuan Mekanis Gerakan

Setiap keterampilan dalam pendidikan jasmani, olahraga, dan tugas-tugas pekerjaan lainnya mempunyai suatu tujuan mekanis yang ditentukan di dalamnya. Tari, senam, loncat indah dan gerakan lainnya dinilai berlandaskan kualitas estetis yang berdasarkan pada waktu, ruang, dan hubungan antar daya.

Keterampilan olahraga dinilai menurut hasil-hasil yang didasarkan pada semacam faktor yang ditentukan secara ilmu pengetahuan biomekanika seperti ketepatan, ketelitian, jarak, kecepatan, waktu, dan daya. Secara umum, setiap unsur tersebut bermaksud untuk mencapai tujuan mekanis lebih baik daripada prestasi seseorang pada masa lampau atau prestasi yang ada saat ini.

Tujuan mekanis gerakan seharusnya diekspresikan dalam istilah-istilah mekanis. Misalnya, tujuan smash bola volley adalah untuk memproyeksikan bola ke bawah dengan kecepatan maksimal ke lapangan lawan tanding. Selain mempunyai maksud utama, maksud-maksud tambahan lainnya juga ada seperti mengarahkan bola ke tempat tertentu di lapangan lawan.

Dengan suatu gerakan yang beragam tujuan, suatu urutan prioritas atau kepentingan harus dibuat. Apakah kecepatan bola yang terpenting daripada penempatan atau arahnya? Jika tidak, prinsip-prinsip yang mengatur pelaksanaan untuk menghasilkan kecepatan maksimal harus dikompromikan bagi terkontrolnya arah bola. Suatu pertukaran kecepatan-kecepatan atau komprominya sering dihadapi dalam situasi berolahraga

seperti servis dalam tennis, suatu lemparan dari *base* kedua ke *base* pertama, dan hal yang sama dimana kecepatan dari proyeksi mempunyai arti yang kecil jika targetnya tidak dipukul.

Walaupun beragam teknik, style, strategi, atau bagian komponen-komponen dari keterampilan yang mempunyai tujuan mekanis unik, setiap bagian komponen menyumbang ke tujuan mekanis umum utama dari keterampilan. Misalnya, dalam pertandingan gaya bebas dalam renang dapat diperhitungkan sebagai suatu keterampilan dengan tujuan mekanis utama menggerakkan tubuh secepat mungkin dalam jarak yang ditentukan. Seseorang mungkin membantah bahwa tujuan utama dari phase persiapan (start) adalah untuk memelihara kesetimbangan sampai pahase pelaksanaan. Bagaimanapun juga haruslah diingat bahwa tujuan dari start adalah semata-mata untuk memudahkan pengurangan dalam waktu gerakan terhadap jarak yang ditentukan

Tabel 1 di bawah ini menjelaskan kategori dari tujuan mekanis secara umum yang berlaku sebagai tujuan utama untuk bermacam-macam keterampilan.

Tabel. 1 Kategori Tujuan Umum Gerakan Olahraga

Tujuan Mekanis Utama	Contoh
a. Memproyeksikan obyek atau tubuh untuk mcncapai jarak horisontal maksimal	tolak peluru, lembing, loncat jauh
b. Memproyeksikan obyek atau tubuh untuk mcncapai jarak vertikal maksimal	loncat tinggi, loncat galah
c. Memproycksikan objek atau tubuh untuk ketepatan maksimal dimana kecepatan dari proyeksi merupakan suatu faktor	servis volley, tenis, smash badminton
d. Memproyeksikan objek untuk ketepatan maksimal	
e. Memanipulasi tahanan	panahan, <i>dart</i> , <i>slow pitch</i> (softball)

Tujuan Mekanis Utama	Contoh
f. Menggerakkan tubuh melampaui suatu jarak tertentu dengan/tanpa ketentuan waktu	gulat, judo, angkat berat lari lintas alam, ski, renang, <i>orienteering</i>
g. Menggerakkan atau memposisikan tubuh atau bagian-bagiannya dalam suatu pola tertentu dengan intensitas mendapatkan model tampilan ideal (kualitas gerakan)	senam, loncat indah, tari, trampoline, binaraga
h. Menggerakkan tubuh dengan tujuan berinteraksi dengan lingkungan	menyelam, <i>scuba</i> , <i>hiking</i> , panjat tebing, layang gantung

## 2. Mengidentifikasi Faktor Mekanis yang Mempengaruhi Cara Terefektif untuk Mencapai Tujuan Mekanis

Setelah tujuan dari keterampilan ditentukan, situasi harus diamati sehingga prinsip mekanis utama yang berpengaruh mengatur efektifitas atau tidaknya keterampilan tersebut. Kefektifan suatu gerakan bergantung dari bagaimana baiknya tujuan mekanis dicapai. Misalnya, jika tujuan utamanya adalah memproyeksikan titik berat tubuh setinggi mungkin dan jika tujuan ini tidak tercapai maka prinsip mekanis yang dipakai tidaklah efektif dalam mencapai tujuan. Efisiensi secara mekanis berarti besarnya kerja mekanis ( $\text{daya} \times \text{jarak}$ ) dikerjakan atlet secara relative lebih besar dalam energi yang dikeluarkan. Ekspresi untuk efisiensi mekanis adalah rasio dari hasil kerja (*work output*) ke masukan energi (*energi input*). Biasanya yang selalu lebih diperhatikan adalah kemanduran suatu tampilan dalam suatu situasi gerakan daripada efisiensinya, karena terbatasnya energi yang dikeluarkan tidaklah biasa menjadi tujuan mekanis.

## 3. Mengidentifikasi Variabel Mekanis dalam Setiap Prinsip

Di dalam setiap prinsip mekanis terdapat bermacam variabel yang

mempengaruhi kualitas tampilan dan menentukan bagaimana baiknya si atlet mengaplikasikan prinsip mekanis. Misalnya, tujuan mekanis dari *handstand* adalah untuk mempertahankan keseimbangan, dan tujuan mekanis yang dipakai adalah prinsip dari kesetimbangan. Variabel yang mengganggu tingkatan aplikasi dari prinsip adalah ukuran dari dasar, ketinggian titik berat tubuh, dan jarak horisontal dari garis gaya berat ke sisi dasar. Setiap variabel dapat dimanipulasikan untuk mengurangi kesalahan dalam tampilan.

Jika gerakan merupakan *handstand* berjalan, gerakan tersebut menjadi phase persiapan untuk keterampilan dan tujuannya akan dirubah dari mempertahankan kesetimbangan kepersiapan posisi yang tidak stabil sehingga memudahkan berpindahnya dari posisi *handstand* ke berjalan diperkuat. Variabel yang menentukan tingkatan kemandirian *handstand* dalam memberikan suatu posisi persiapan untuk berjalan adalah jarak horisontal dari gaya berat ke sisi dasar dalam arah gerakan selanjutnya, dan ketinggian pusat gaya berat. Lebih besar ketinggian dari pusat gaya berat, lebih mudah garis gaya berat dipindahkan ke sisi dasar dan lebih besar jarak vertikal tubuh untuk mencapai gerakan berjalan.

# Bab 10

## PENJELASAN ISTILAH

*Angular* adalah istilah yang biasa dipakai bagi benda yang bergerak bebas tanpa melekat pada titik tumpu (salto di udara)

Benturan adalah keadaan suatu benda jika ia dipukul atau bersentuhan dengan suatu permukaan.

Biomekanika adalah ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan daya-daya dari luar maupun dalam tubuh yang beraksi pada tubuh manusia dan pengaruh yang dihasilkan oleh daya tersebut (Hay, 1985).

Bidang *frontal* adalah pembagian tubuh berdasarkan pembelahan vertikal atau bagian muka dan belakang (Gambar 12.b) Pembagian ini dikenal juga dengan nama *lateral* atau *coronal*.

Bidang *sagital* adalah pembagian tubuh pada saat seseorang berdiri yang diumpamakan ada garis yang membelahnya menjadi dua bagian, yaitu sebelah kiri dan kanan (Gambar 12.a) Bentuk ini disebut juga dengan *anterior-posterior* atau *median*.

Bidang *transverse* adalah pembagian bidang tubuh dengan cara membagi bagian tubuh atas dan bawah (pemotongan pada garis tengah tubuh) (Gambar 12.c).

Daya Total merupakan jumlah dari daya-daya (kecepatan-kecepatan) dari setiap bagian tubuh yang berperan untuk beraksi, jika daya-daya diaplikasikan dalam satu arah dan dalam urutan serta pengaturan waktu yang tepat .

Hukum Aksi-Reaksi (*law of counter force*) merupakan hukum

ketiga dari Issac Newton yang berbunyi: “hasil dari setiap daya menimbulkan daya lain yang berlawanan dan sebanding dengan daya pertama”

Hukum Archimedes menyatakan bahwa volume air yang dipisahkan sama dengan volume dari berat benda atau tubuh.

Hukum Kekekalan (*law of inertia*) merupakan salah satu dari tiga hukum dasar gerakan yang dikembangkan oleh Issac Newton. Hukum ini menyatakan bahwa “suatu benda yang dalam keadaan diam cenderung untuk tetap diam dan suatu benda yang bergerak cenderung untuk terus bergerak dengan kecepatan dan arah yang sama kecuali ada daya luar yang mempengaruhinya”

Hukum Pangkat Dua (*theoretical square law*) hukum ini berbunyi bahwa tahanan air dan udara berubah sebanyak pangkat dua dari kecepatan

Hukum Percepatan (*law of acceleration*) merupakan hukum kedua dari Issac Newton yang berbunyi: “kecepatan suatu benda akan berubah hanya jika dipengaruhi oleh daya tambahan. Hasil percepatan atau perlambatan sebanding dengan dan dalam arah yang sama dari daya”

Gerak Lengkung (*curvilinear*) adalah gerakan suatu benda yang membuat jejaknya berupa garis melengkung

Gerak Lurus (*rectilinear*) adalah gerakan suatu benda yang jika diamati akan meninggalkan jejak berupa suatu garis lurus

Gerak Gabungan adalah gerak yang terjadi secara bersamaan antara gerak lurus dan gerak putar

Gerak Putar (*rotation/angular Motion*) adalah gerakan suatu benda bila bergerak pada jalan yang melingkar atau mengelilingi satu titik yang tetap.

Katrol/Kerekkan adalah suatu alat seperti roda dengan seutas tali bergerak melaluinya.

**Keterampilan Terpisah** merupakan suatu bentuk keterampilan yang jika diamati dapat dilihat bahwa ia merupakan suatu aksi yang dapat dibagi ke dalam beberapa phase, yaitu: phase persiapan, phase pelaksanaan, dan phase akhir (*recovery*). **Phase Persiapan** merupakan posisi awal suatu keterampilan dimulai dan berlanjut dengan Bergeraknya tubuh atau bagian-bagiannya ke dalam suatu posisi yang akan menghasilkan pelaksanaan gerakan yang terbaik yang direncanakan untuk mencapai tujuan mekanis. **Phase Pelaksanaan** merupakan phase setelah phase persiapan yang bagian-bagian tubuh digerakkan untuk menyelesaikan tujuan mekanis dari keterampilan. **Phase Akhir** merupakan kelanjutan atau kesinambungan dari bagian atau gerakan tubuh yang mengikuti penyelesaian dari phase pelaksanaan.

**Kesetimbangan** adalah keadaan dari suatu benda jika terdapat penyesuaian yang sama terjadi pada seluruh daya-daya yang berlawanan (Jensen dan Schultz, 1977).

**Kesetimbangan Labil** adalah keadaan suatu benda yang cenderung dengan cepat berubah dari posisinya semula.

**Kesetimbangan Netral** adalah keadaan suatu benda yang tidak mempunyai kecendrungan untuk kembali keposisinya semula atau bergerak menjauh dari posisinya.

**Kesetimbangan Tetap** adalah suatu keadaan pada suatu benda yang karena mendapat pengaruh dari benda lain berubah posisinya dan kemudian kembali ke posisinya semula

**Lengan Daya (LD)** adalah jarak tegak lurus dari *axis* (titik pikul) ke garis daya (*force*).

**Lengan Tahanan (LT)** adalah jarak tegak lurus dari *axis* ke tahanan (*resistance*).

**Lengan Tuas** adalah lengan-lengan yang terdapat pada setiap macam tuas, yaitu lengan daya (LD) dan Lengan tahanan (LT).

Mengapung adalah kemampuan tubuh untuk mempertahankan posisinya untuk tetap berada di atas permukaan air

Oposisi (*opposition*) adalah sisi yang berlawanan dari tubuh bagian atas dan bawah.

Pengaruh Magnus. Magnus merupakan nama seorang ilmuwan bangsa Jerman yang memperhatikan bahwa jalannya suatu benda (bola) dapat dibuat melengkung lintasannya jika putaran diberikan kepadanya sebelum ia diproyeksikan ke udara

Pusat Gaya Berat/Titik Berat Tubuh (*Center of Gravity*) adalah suatu penjelasan secara teori tentang suatu titik tempat berat seluruh tubuh atau benda dipusatkan (Kirby dan Roberts, 1985)

*Rotary* adalah istilah yang biasa dipakai untuk benda yang bergerak dan kontak pada sekitar titik tumpunya (gerakan anggota tubuh pada persendian).

*The Fencer's Stretch* adalah suatu posisi berdiri dengan salah satu kaki di depan dan kaki yang sebelah lagi berada di belakang dan kedua kaki rata pada lantai

*Toe Touching* adalah suatu bentuk aktifitas yang berusaha untuk menyentuh jari-jari kaki dengan tangan sambil membungkukkan badan.

Tuas dapat diterangkan sebagai suatu batang yang kaku yang bebas berputar di sekitar sumbu putar jika daya diaplikasikan padanya. Tuas merupakan salah satu dari alat-alat mekanis yang paling sederhana yang dapat disebut sebagai suatu mesin.

# DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Barham, Jerry N dan Wooten, Edna P. (1973). *Structural Kinesiology*. Macmillan Publishing Company: New York.
- Bunn, John W. (1972). *Scientific Principles of Coaching*. Prentice-Hall Inc: Englewood Cliffs, N.J.
- Hay, James G. (1985). *The Biomechanics of Sports Techniques*. Third Edition. Prentice-Hall, Inc: Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jensen, Clayne R dan Schultz, Gordon W. (1977). *Applied Kinesiology. The Scientific Study of Human Performance*. McGraw-Hill Book Company: New York.
- Kirby, Ronald dan Roberts, John. (1985). *Introductory Biomechanics*. Mouvement Publication, Inc: Ithaca, New York.
- Kreighbaum, Ellen dan Barthels, Katharine M. (1981). *Biomechanics. A Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Burgess Publishing Company: Minneapolis, Minnesota.
- Lutgens, Kathryn dan Wells, Katharine F. (1976). *Kinesiology. Scientific Basis of Human Motion*. Seventh Edition. Saunders College Publishing: Philadelphia.
- Piscopo, John dan Baley, James A. (1981). *Kinesiology. The Science of Movement*. John Willey & Sons: New York.
- Torbert, Mariane. (1982). *Secrets to Success in Sports & Play. A Guide for Players of All Ages*. Prentice-Hall, Inc: Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

## TENTANG PENULIS



Chalid Marzuki mendapatkan gelar Bachelor of Arts (B.A) dari Sekolah Tinggi Olahraga Jakarta tahun 1977. Dalam tahun 1979 lulus program sarjana (S1) dan mendapatkan gelar Doktorandus (Drs) dari Fakultas Keguruan Ilmu Keolahragaan-Instititut Keguruan Ilmu Pendidikan (FKIK-IKIP) Jakarta. Dalam tahun 1987 menamatkan program magister (S2) dalam bidang *Physical Education* pada Ball State University, Amerika Serikat. Dalam tahun 2003 mendapatkan gelar Doktor dalam bidang *Education* dari University of Tasmania, Australia.

Mulai bekerja sebagai dosen di FKIK-IKIP Padang pada tahun 1982. Saat ini selain bertugas pada program S1 di Fakultas Ilmu Keolahragaan-Universitas Negeri Padang (FIK-UNP) juga mengajar pada program magister (S2) di Program Pascasarjana-Universitas Negeri Padang (PPs-UNP)

## AZAS AZAS MEKANIKA DALAM PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA



**Chalid Marzuki** mendapatkan gelar Bachelor of Arts (B.A) dari Sekolah Tinggi Olahraga Jakarta tahun 1977. Dalam tahun 1979 lulus program sarjana (S1) dan mendapatkan gelar Doktorandus (Drs) dari Fakultas Keguruan Ilmu Keolahragaan-Instititut Keguruan Ilmu Pendidikan (FKIK-IKIP) Jakarta. Dalam tahun 1987 menamatkan program magister (S2) dalam bidang *Physical Education* pada Ball State University, Amerika Serikat. Dalam tahun 2003 mendapatkan gelar Doktor dalam bidang *Education* dari University of Tasmania, Australia.

Mulai bekerja sebagai dosen di FKIK-IKIP Padang pada tahun 1982. Saat ini selain bertugas pada program S1 di Fakultas Ilmu Keolahragaan-Universitas Negeri Padang (FIK-UNP) juga mengajar pada program magister (S2) di Program Pascasarjana-Universitas Negeri Padang (PPs-UNP)

Ilmu pengetahuan tentang gerakan yang efektif dan efisien dalam mencapai tujuan dari gerakan yang dilakukan merupakan hal yang sangat penting diketahui. Buku ini memberikan pengetahuan mendasar tentang bagaimana dan mengapa pengetahuan yang efektif dan efisien dalam melakukan gerakan yang berdayaguna dan berhasil dapat dilaksanakan dengan baik. Ilmu pengetahuan ini sangat diperlukan sekali bagi guru pendidikan jasmani atau olahraga dalam menjalankan tugas sehari-sehari mereka.

Materi dari buku ini dipilih karena dirasakan dan dilihat masih kurangnya ditemukan tulisan yang memakai bahasa Indonesia mengenai ilmu dan pengetahuan dalam mencapai atau mendapatkan tujuan dari gerakan secara berdayaguna dan berhasil guna. Buku ini ditujukan bagi guru Pendidikan Jasmani, Olahraga dan Kesehatan, mahasiswa, pelatih olahraga, atlet, dan masyarakat umum pemerhati dan peminat keolahragaan.