



BIOMEKANIKA OLAHRAGA



**TEORI
DAN
KONSEP
DASAR**

DR. JUFRIANIS, M. PD

BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Teori dan Konsep Dasar

Oleh:

Dr. Jufrianis, M.Pd.

Kontributor:

**Monalisa L. Gaol
Nurul Khafi lubis
Redho Kurniawan
Muhamad Fadlan
Victor Ramadian Putra
Dirga Pratama Putra
Kholil Nazri
Muhammad Afrizal
Meldiyanto Diki Saputra
Impa Jumwaldi
Crinaldy Manurung
Usnul Akli
Airif Padilah
Ceysha Nabila Putri
Putri Asrima**

**Sukma Rahmawati Annur
Aswar Maulid Tanjung
Yosie Rachma Sari
Irwanto
Ebit junius harianja
Boy Demson Pardede
Rio Fatwa
Vega Muhamad
Shinta Ramita
Nadira Safitri
Dimas Bangun Prasetyo
Kiki Suprastyo
Teguh Haryanto
Syahdatul budiman**



BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Teori dan Konsep Dasar

Oleh:

Dr. Jufrianis, M.Pd.

Kontributor:

**Monalisa L. Gaol
Nurul Khafi lubis
Redho Kurniawan
Muhamad Fadlan
Victor Ramadian Putra
Dirga Pratama Putra
Kholil Nazri
Muhammad Afrizal
Meldiyanto Diki Saputra
Impa Jumwaldi
Crinaldy Manurung
Usnul Akli
Airif Padilah
Ceysha Nabila Putri
Putri Asrima**

**Sukma Rahmawati Annur
Aswar Maulid Tanjung
Yosie Rachma Sari
Irwanto
Ebit junius harianja
Boy Demson Pardede
Rio Fatwa
Vega Muhamad
Shinta Ramita
Nadira Safitri
Dimas Bangun Prasetyo
Kiki Suprastyo
Teguh Haryanto
Syahdatul budiman**

ISBN : 978-623-98334-8-0
v, 72; 14,8 cm x 21 cm

PENERBIT

TANGGUH DENARA JAYA

Jl. Timor Raya No. 130 B

Oesapa Barat, Kelapa Lima

Kupang, Nusa Tenggara Timur

E-mail: tangguhdenarajaya@gmail.com

Telepon: 0380-8436618/081220051382

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Dilarang menggandakan atau memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin
tertulis dari penulis

Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Buku Biomekanika Olahraga tahun 2022 telah dapat diselesaikan. Buku panduan ini adalah suatu penyempurnaan dari edisi sebelumnya, sebagai pedoman bagi mahasiswa Jurusan Olahraga UNRI di dalam Biomekanika dalam olahraga serta memberikan petunjuk praktis agar mahasiswa mendapatkan gambaran dengan secara jelas dalam penyelesaian ataupun penyusunan penulisan tersebut.

Kami sampaikan terima kasih kepada Dr. Jufrianis M.Pd selaku Dosen pengampu mata kuliah Biomekanika Olahraga. Terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh mahasiswa program studi pendidikan kepelatihan olahraga kelas 6A atas segala kontribusi di dalam penyempurnaan buku ini, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang sudah ikut membantu dalam proses penyelesaian buku ini.

Kami menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam buku ini untuk itu kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan buku ini sangat diharapkan. Dan semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Jurusan Olahraga khususnya dan bagi semua pihak dari segala lapisan yang membutuhkan.

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar.....	v
BAB I TINJAUAN UMUM BIOMEKANIKA.....	1
A. Pengertian Biomekanika Olahraga.....	1
B. Prinsip Biomekanika Olahraga	3
C. Cakupan Biomekanika Olahraga	10
D. Manfaat Biomekanika Olahraga	11
BAB II ANALISIS HUKUM NEWTON III.....	14
A. Hukum Newton.....	14
B. Bunyi Hukum Newton III	15
C. Hukum Newton III dalam Cabang Olahraga	10
BAB III ANALISIS GERAK AEROBIK DAN ANAEROBIK.....	18
A. Olahraga Aerobik.....	18
B. Olahraga Anaerobik	19
C. Manfaat Aerobik dan Anaerobik.....	20
D. Resiko Aerobik dan Anaerobik.....	21
BAB IV ANALISIS HUKUM NEWTON I.....	23
A. Hukum Newton.....	23
B. Bunyi Hukum Newton I.....	23
C. Hukum Newton I dalam Cabang Olahraga	24
D. Gerak Sedia Anggar	24

BAB V MODIFIKASI GERAK	2206
A. Pengertian Modifikasi Gerak	26
B. Tujuan Modifikasi Gerak.....	27
C. Modifikasi Evaluasi Pembelajaran	27
BAB VI ANALISIS GERAK IMPULS	30
A. Momentum.....	30
B. Hubungan Momentum dan Impuls	31
C. Aplikasi Konsep Impuls dan Momentum dalam Beladiri Karate	32
BAB VII KINEMATIKA ANGULAR	36
A. Pengertian Kinematika Angular.....	36
B. Macam-Macam Gerak Kinematika Angular.....	37
BAB VIII ANALISIS GERAK KOMBINASI	38
A. Pengertian Gerak Lokomotor.....	40
B. Komponen Gerak Lokomotor dan Non Lokomotor	41
C. Macam-Macam Geak Manipulatif Lengan	42
D. Kelebihan Model Pendidikan Gerak.....	43
BAB IX ANALISIS SISTEM OTOT	44
A. Pengertian Otot	44
B. Jenis-Jenis Otot dan Cara Kerjanya	45
C. Cara Kerja Otot Polos.	46
D. Cara Kerja Otot Lurik.	47
E. Mekanisme Kontraksi Otot.....	47
F. Aktivitas Otot Halus Termodulasi Secara Hormonal	52
BAB X KINEMATIKA	55
A. Jarak dan Perpindahan	57

B. Kecepatan dan Percepatan	58
C. Gerak Lurus Beraturan.....	59
D. Speed, Akselerasi, dan Velocity	63
E. Gerak Jatuh Bebas dan Melingkar	64
F. Ringkasan Materi	67
Daftar Pustaka	69

Daftar Gambar

Gambar 1. Contoh Hukum Newton I.	4
Gambar 2. Contoh Hukum Newton II.	6
Gambar 3. Contoh Hukum Newton III.	7
Gambar 4. Diananda Choirunisa, salah satu atlet panahan asal Indonesia.	15
Gambar 5. Senam Aerobic.	19
Gambar 6. Latihan Anaerobic.	20
Gambar 7. Karateka yang sedang mematahkan kayu.	34
Gambar 8. Jenis-jenis otot.	45

BAB 1 TINJAUAN UMUM BIOMEKANIKA

A. PENGERTIAN BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Biomekanika adalah studi tentang struktur dan fungsi system biologi dengan metode atau pendekatan mekanika, yang berkaitan dengan statika, dinamika, kinematika dan kinetika. Meliputi gerak linier (lurus) dan angular (melingkar), serta gerak-gerak umum lainnya (gerak gabungan), yang dapat terjadi. Bukan hanya gerak benda yang ada di darat, akan tetapi juga gerak benda yang ada pada media lain, seperti air, udara, dan bahkan gerak benda yang ada pada ruang hampa udara. Pastinya, Olahraga juga mengenal Biomekanika, yang disebut sebagai Biomekanika Olahraga.

Biomekanika Olahraga dapat diartikan sebagai ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip mekanika terhadap struktur tubuh manusia pada saat melakukan aktivitas olahraga. Dalam Biomekanika Olahraga, sasarannya jelas terfokus pada Atlet. Namun demikian, Biomekanika Olahraga juga membahas tentang gerak-gerak dan sifat benda mati yang digunakan dalam berolahraga, khususnya yang berkaitan dengan gaya-gaya yang bekerja, serta efek-efek yang ditimbulkannya. Semua dibahas dan dipelajari dengan teliti dan pasti, oleh karena seluruh peralatan yang digunakan atlet sangat memberikan kontribusi yang sangat berarti bagi penampilan dan keberhasilan prestasinya. Peralatan yang digunakan dalam olahraga adalah seperti raket, bola, sepatu, dan permukaan lapangan, pada

cabang tenis. Kemudian, perahu cano, dan dayung pada cabang rowing. Lalu frame, roda, gigi bertingkat, ban, pakaian, dan helm, pada cabang sepeda, dan masih banyak yang lainnya.

Pada ilmu keolahragaan, biomekanika sudah sangat dikenal sebagai suatu disiplin ilmu yang secara khusus mempelajari gerakan dari aktivitas olahraga yang dilakukan. Dengan demikian, dalam ilmu keolahragaan ilmu yang mempelajari tentang mekanisme gerak tubuh manusia disebut biomekanika olahraga. Biomekanika olahraga adalah hal yang berurusan dengan pengaruh daya hukum alam terhadap tubuh manusia selama aktivitas fisik berlangsung (Kurniawan, 2015).

Objek formal dari ilmu biomekanika olahraga adalah mempelajari atau menganalisis gerak manusia melalui aktivitas fisik dalam rangka pembentukan dan pendidikan dengan tujuan menghasilkan suatu perkembangan gerak yang diaplikasikan pada teori kepelatihan dalam professional keolahragaan yang terdiri dari Olahraga Kesehatan, Pendidikan Jasmani dan Kesehatan, Kepelatihan Olahraga Kompetitif, Olahraga Rekreasi, Manajemen Olahraga dan Olahraga Rehabilitasi (Wibowo, 2015).

Biomekanika (Biomechanics) tidak saja digunakan untuk perbaikan teknik cabang olahraga, tetapi juga banyak digunakan oleh para ahli di luar bidang ilmu olahraga, misalnya bidang kedokteran, dan desain alat-alat kebutuhan manusia. Biomekanika merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempelajari bentuk dan macam-macam gerakan atas dasar prinsip-prinsip mekanika dan menganalisis suatu gerakan. Ruang lingkup Biomekanika meliputi *developmental biomechanics, biomechanics of exercise, rehabilitation*

mechanics, equipment design dan sport biomechanics (biomekanika olahraga).

B. PRINSIP BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Sebelum ke prinsip biomekanika lebih baik jika kita mengerti dan paham apa hukum dasar biomekanika. Dasar dari prinsip biomekanika adalah Hukum Newton (Meidina et al., 2019) yang terdiri dari:

1. Hukum I Newton
2. Hukum II Newton
3. Hukum III Newton

Berikut penjelasannya:

1. Hukum I Newton

Berbunyi:

“jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol ($\sum F = 0$) maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam. Benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap lurus beraturan dengan kecepatan tetap.”

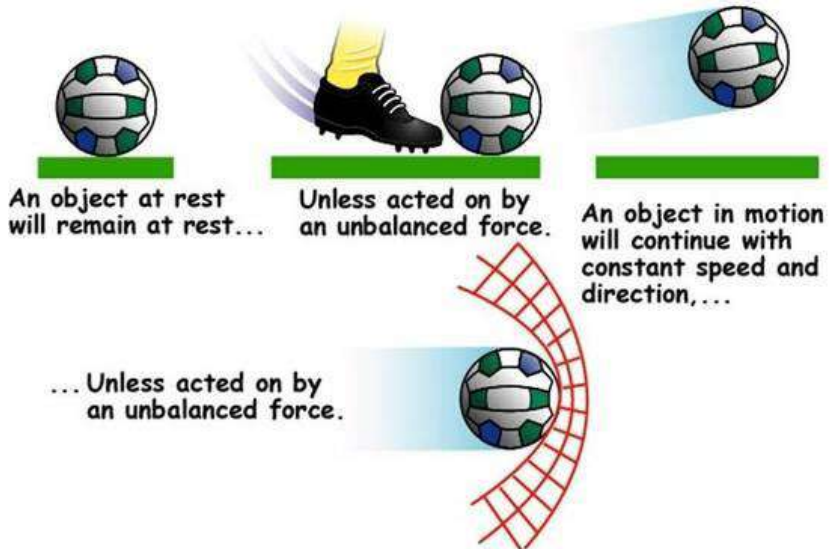
Hukum ini dikenal dengan kelembaman (*Inersia*) yaitu, sifat suatu benda untuk cenderung mempertahankan kedudukannya. Benda yang diam cenderung untuk diam dan benda yang bergerak cenderung untuk terus bergerak.

Contoh :

Ketika tubuh dalam keadaan istirahat semua otot dan organ lain juga dalam keadaan relaks. Maka Ketika kita akan menggerakannya harus dimulai dari perlahan-lahan.

Jika secara tiba-tiba digerakkan maka kemungkinan akan mengakibatkan cedera pada organ tersebut.

Newton's First Law of Motion



Gambar 1. Contoh Hukum Newton I

Sumber: quizizz.com

2. Hukum II Newton

Berbunyi:

“Percepatan dengan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan besar massanya. Arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja padanya.”

Secara sistematis dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum F}{m}$$

$$\sum F = m \cdot a$$

a = percepatan (m/s)

F = gaya (N)

m = massa (Kg)

Konsep berat sama dengan gaya gravitasi berat merupakan hasil kali antara massa dengan percepatan gravitasi. ($w = m \cdot g$)

Contoh :

- 1) Gaya otot yang diperlukan pada saat mengangkat beban yang berat akan semakin besar dibandingkan dengan beban yang lebih ringan.
- 2) Ketika mendorong kursi roda pasien, gaya yang diperlukan pada pasien yang berbadan besar akan lebih besar dibandingkan dengan pasien yang berbadan kecil.



See these people pushing this truck.

It's going to be much harder to push this truck than it is to push the car, because the truck has less mass and less acceleration than the car does.

See these boys pushing this car.
It's going to be easier to push the car because the car has less Mass then the truck



Gambar 2. Contoh Hukum Newton II
Sumber: studiosguy.com

3. Hukum III Newton Berbunyi:

“Setiap aksi akan menimbulkan reaksi, jika suatu benda memberikan gaya pada benda lain maka benda yang terkena gaya akan memberikan gaya yang sama besarnya dengan gaya yang diterima dari benda yang pertama, tetapi arahnya berlawanan.”

Hukum ini dikenal dengan hukum aksi dan reaksi.

$$F \text{ aksi} = F \text{ reaksi}$$

Contoh :

Ketika telapak kaki menginjak tanah dan mendorong kaki ke arah belakang maka tanah akan membalas dengan memberikan gaya arah ke depan sehingga badan akan terdorong maju.



Gambar 3. Contoh Hukum Newton III

Sumber: byjus.com

Biomekanika memiliki 9 prinsip yang merupakan jumlah minimum atau yang dapat diterapkan pada semua gerakan manusia sebab mereka membuktikan suatu paradigma sederhana ataupun struktur untuk menerapkan pengetahuan biomekanika (Ardiyanto & Widiyanto, 2019). Prinsip-prinsip biomekanika sebagai berikut:

1. Prinsip utama biomekanika adalah ***force motion principle***. Gaya gerak mengatakan bahwa gaya-gaya yang tidak setimbang merupakan gerakan tubuh kita atau objek ketika kita masing-masing mengerjakan atau mengubah gerakan. Dalam kondisi berdiri diam berat tubuh setimbang dengan gaya reaksi tanah yang bekerja

pada telapak kaki kita, jadi untuk menggerakkan dari posisi ini seorang melakukan gaya horizontal lebih besar dan gaya vertical dengan kedua kakinya.

2. **Force-time**, waktu berpengaruh pada gerakan, gaya-gaya harus berawal dari gerakan sebelum perubahan pada gerakan terjadi. Perubahan substansi dalam gerakan tidak dapat secara instan/cepat terjadi melainkan dilakukan sepanjang waktu. Tidak hanya jumlah gaya yang dapat meningkatkan jumlah gerakan objek, jumlah waktu yang tersisa dimana gaya dapat diterapkan juga mempengaruhi hasil gerakan.
3. Prinsip kedua yaitu **inersia**, inersia (kelembaman) dapat didefinisikan sebagai alat dari semua objek yang mengolah perubahan saat bergerak atau karakteristik semua objek/benda yang melawan perubahan gerakan. Hukum newton yang pertama tentang gerak garis lurus merupakan prinsip inersia.
4. Prinsip yang ketiga adalah **range of motion**, merupakan gerakan secara menyeluruh yang dipakai pada suatu gerakan dan dapat di spesifikasi secara linier ataupun gerakan memutar dari bagian tubuh. Atau singkatnya range of motion ini adalah seluruh gerakan yang digunakan untuk bergerak (gerakan linier dan anguler).
5. Prinsip **balance**, prinsip ini adalah kemampuan seseorang untuk mempertahankan posisi tubuhnya terhadap tempat berpijak. Stabilitas dan mobilisasi postur tubuh adalah hubungan secara terbalik dan beberapa faktor biomekanika diliputi dalam manipulasi kestabilan maupun mobilitas perorangan. Berdiri diatas tangan adalah kemampuan senam yang tidak hanya sulit

sebab dibutuhkan kekuatan otot melainkan juga disebabkan karena kecilnya alas untuk mendukung pada arah bagian depan dan belakang.

6. Prinsip **coordination continuum**, koordinasi adalah urutan dan waktu aksi tubuh dalam pergerakan yang merupakan gerakan yang membutuhkan gaya yang besar cenderung menggunakan gerakan segmental secara serempak, sedangkan gerakan dengan kecepatan tinggi dan gaya yang lebih rendah lebih efektif dengan koordinasi gerakan selanjutnya.
7. Prinsip **segmental interaction** mengatakan bahwa gerakan gaya dalam suatu system yang terhubung dengan tubuh yang keras dapat dipindahkan melalui jaringan dan sambungan. Gerakan otot-otot yang pendek secara normal dengan letupan menghasilkan tenaga putaran yang terkoordinasi dengan tepat untuk mengimbangi dampak dari putaran yang dilakukan beban dan sambungan.
8. **Optimal projection** mengatakan bahwa selama sebagian besar gerakan manusia membutuhkan proyektil (lemparan peluru) pada tingkat optimal pada sudut proyeksi untuk tujuan khusus (berkaitan dengan sudut lemparan).
9. **Spin** atau putaran yang memberikan pada proyektil dan olahraga bola yang umum. Gaya yang tercipta dari spin digunakan untuk menciptakan lengkungan atau menghambat gravitasi. Contoh: pemain bola voli melakukan service dengan memukul dibawah pusat bola untuk menghasilkan pukulan topspin.

C. CAKUPAN BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Biomekanika merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempelajari bentuk dan macam-macam gerakan atas dasar prinsip-prinsip mekanika dan menganalisis suatu gerakan. Ruang lingkup Biomekanika meliputi developmental biomechanics, biomechanics of exercise, rehabilitation mechanics, equipment design dan sport biomechanics (biomekanika olahraga).

1. ***Developmental biomechanics***, yaitu biomekanika yang secara khusus mempelajari perubahan pola-pola gerak selama hidup dan orang-orang cacat. Misalnya: analisis yang dilakukan terhadap orang-orang yang menderita cerebral palsy.
2. ***Biomechanics of exercise***, yaitu biomekanika yang mempelajari usaha-usaha untuk meningkatkan keuntungan yang diperoleh dari latihan dan mengurangi kemungkinan terjadinya cedera.
3. **Rehabilitation mechanics**, yaitu biomekanika yang mempelajari pola gerak orang-orang yang mengalami cedera.
4. **Equipment design**, yaitu biomekanika yang mempelajari desain peralatan yang digunakan dalam olahraga. Misalnya: desain raket tenis, bulu tangkis, sepatu atletik, bola, pakaian, sepeda balap, peralatan golf, dan lain-lain.
5. **Sports Biomechanics** (Biomekanika Olahraga), yaitu ilmu biomekanika yang digunakan untuk meningkatkan

efisiensi gerak atlet ketika menampilkan cabang olahraga. Misalnya dengan cara, Analisis Teknik, Identifikasi Cedera Olahraga, dan Evaluasi Program Latihan.

Berfokus pada pendidikan jasmani, ilmu biomekanika olahraga terbatas pada ruang lingkup untuk (1) menganalisa teknik gerak yang aman, efektif dan efisien, (2) membedakan antara teknik gerak yang benar dan yang salah, (3) mengevaluasi: mengidentifikasi kesalahan kemudian membetulkan, dan (4) menemukan cara baru yang lebih baik.

D. MANFAAT BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Biomekanika olahraga sangat dibutuhkan oleh para guru dan pelatih olahraga. Mulai dari tingkat yang paling rendah, hingga pada tingkat yang paling tinggi. Mulai dari mengidentifikasi bakat, melatih teknik, mengevaluasi teknik, memberikan latihan terapi hingga dalam menentukan peralatan yang akan digunakan untuk para atletnya. Pada dasarnya, memahami biomekanika dan menerapkannya adalah dasar untuk teknik yang baik dalam semua olahraga. Jadi dengan mempelajari bagaimana tubuh manusia secara alami ingin bergerak, kita dapat menghilangkan stres dan tekanan pada tulang, sendi, otot, dan ligamen. Studi biomekanik untuk berolahraga adalah analisis kekuatan aktivitas fisik pada struktur tubuh. Mempelajari efek dari kekuatan-kekuatan ini memiliki dua manfaat utama. Pertama, memungkinkan berolahraga untuk meningkatkan teknik dan menghindari cedera.

Studi ini juga membantu meningkatkan kinerja dan membuat kebugaran jasmani yang lebih baik dalam hal kekuatan, kebugaran kardiovaskular, dan fleksibilitas.

Memanfaatkan biomekanik untuk berolahraga memungkinkan seseorang untuk secara cerdas merencanakan sesi latihan untuk memperoleh hasil maksimal dalam waktu singkat dan dengan cara teraman.

Mempelajari biomekanik untuk berolahraga memungkinkan berolahraga untuk memahami cara tubuh merespons berbagai jenis intensitas, sudut, dan posisi latihan. Atau dengan kata lain, mempelajari biomekanik untuk berolahraga akan membuat efek ini lebih jelas sehingga berolahraga dapat memilih latihan yang tepat.

Jika berolahraga memiliki bentuk dan teknik yang buruk, analisis biomekanik dapat mengungkap fakta dan membantu menentukan jenis kekuatan yang akan diberikan oleh teknik yang buruk pada sendi dan jaringan di sekitarnya. Atlet dari segala usia dan tingkat keterampilan dapat memperoleh manfaat dari analisis biomekanik apakah itu untuk mengurangi rasa sakit atau untuk meningkatkan kinerja. Secara singkat, berikut adalah beberapa manfaat biomekanik, antara lain:

1. Kecepatan gerakan meningkat (berlari, berenang, dan lain-lain)
2. Lebih banyak kekuatan (melompat, memukul, mengangkat, dan lain-lain)
3. Membantu menghilangkan ketidakseimbangan otot.
4. Mengurangi keausan pada sendi dan ligamen.
5. Peningkatan bentuk dan teknik khusus olahraga

Sedangkan tujuan mempelajari biomekanika olahraga adalah:

1. Sebagai konsep ilmiah dasar yang diaplikasikan dalam bentuk gerak manusia.

2. Untuk memahami suatu bentuk/model gerak dasar dalam olahraga sehingga mampu mengembangkannya dengan baik.
3. Dapat memahami perkembangan gerak dasar.
4. Dapat menerapkan suatu bentuk yang sesuai dengan karakteristik fisik seseorang dalam berolahraga, dengan baik dan benar.

BAB 2 ANALISIS HUKUM NEWTON III

A. Hukum Newton

Hukum Newton merupakan dasar dalam memahami materi selanjutnya, salah satunya mekanika. Namun ditemukan banyak siswa yang mengalami miskonsepsi pada materi hukum Newton ini. Ketika memecahkan kasus mekanika, siswa membutuhkan Hukum Newton sebagai titik awal memecahkannya. Namun, siswa memulainya dengan pemikiran yang menurut mereka benar, namun hal itu sebenarnya salah. Siswa sering tidak menggunakan hukum inersia (Hukum I Newton) dan hukum aksi reaksi (Hukum III Newton)

Penguasaan konsep Hukum Newton yang rendah juga banyak ditemukan dalam penelitian. Nursefriani, dkk (2016) melalui penelitiannya menggunakan *Certainty Respon of Index (CRI)* menemukan bahwa siswa miskonsepsi pada Hukum II Newton, yaitu jika benda memiliki massa yang besar maka memiliki gaya yang besar pula. Selain itu, siswa tidak paham konsep dalam menganalisis gambar terkait Hukum III Newton. Amin, dkk menemukan bahwa kesalahan siswa berpikir pada Hukum I Newton, yaitu siswa menganggap benda yang bergerak pasti memiliki gaya. Siswa mengalami miskonsepsi dan kesulitan dalam memahami gaya dan gerak. (Nuriyah et al., 2017)

B. Bunyi Hukum Newton III

Menurut Imam Al hidayat, Hukum newton III berbunyi “ jika sebuah benda mengadakan pengaruh (gaya) pada sebuah benda lain, maka benda yang lain itupun sebaliknya mengadakan pengaruh juga kepada benda pertama tadi. Kedua pengaruh sama besar, berlawanan arah, dan bekerja pada satu garis lurus” (Iskandar, 2013)

C. Hukum Newton III dalam Cabang Olahraga

Olahraga panahan adalah meregangkan tali busur dan panah selama beberapa waktu dengan tangan dan harus tetap menjaga posisi tubuh dan busur untuk tetap stabil. Panahan adalah olahraga dengan mendorong anak panah ke dalam target dengan menggunakan busur. Tujuan akhir dari memanah adalah menembak anak panah ke permukaan sasaran (*target face*) setepat mungkin.



Gambar 4. Diananda Choirunisa, salah satu atlet panahan asal Indonesia.

Sumber: news.unair.ac.id

Dalam olahraga panahan, atlet bersaing untuk mendapatkan poin dengan menembakkan sejumlah set anak panah dalam waktu yang ditetapkan. Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa olahraga panahan merupakan meregangkan tali busur dan panah selama beberapa waktu dengan tangan dengan tetap menjaga kestabilan tubuh dan busur kemudian melepaskan anak panah dari busur ke arah sasaran (*target face*) dengan tujuan mendapatkan skor yang tinggi.

Pada dasarnya, teknik memanah pada dasarnya ada sembilan langkah/tahapan, yaitu: (1) cara berdiri (*stance*), adalah sikap atau posisi kaki pada lantai atau tanah, yaitu kaki sebagai tumpuan harus kuat menopang tubuh saat melakukan gerakan memanah sehingga posisi tubuh tetap seimbang; (2) memasang ekor panah (*nocking*), adalah gerakan menempatkan atau memasukkan ekor panah ke tempat anak panah pada tali; (3) posisi setengah tarikan (*set up*), merupakan tarikan awal sebelum menarik tali busur secara penuh; (4) menarik tali (*drawing*), adalah gerakan menarik tali busur sampai menyentuh bagian dagu, bibir dan hidung; (5) penjangkaran (*anchoring*), adalah gerakan menjangkarkan tangan penarik pada bagian dagu atau rahang; (6) menahan sikap memanah (*holding*), adalah mentransfer beban; (7) membidik (*aiming*), adalah gerakan mengarahkan atau menempatkan titik alat pembidik (*visir*) pada tengah sasaran atau titik sasaran; (8) melepaskan anak panah (*release*), adalah gerakan melepaskan tali busur dengan cara merilekskan jari-jari penarik tali; (9) gerak lanjut (*follow through*), adalah gerakan yang dilakukan setelah *release* dan bukan merupakan gerakan yang terpisah.

Hukum Newton III berbunyi: “Dua benda yang berinteraksi akan timbul gaya pada masing-masing benda yang

arahnya berlawanan arah dan besarnya sama”. Dalam hukum ini dijelaskan mengenai aksi dan reaksi. Di mana pada saat proses *release*, aksi yang diberikan ialah pada saat otot-otot scapula bekerja menarik tali ke belakang yang menghasilkan suatu reaksi yang disebut proses *klicking*, sehingga membuat anak panah terlepas dari busur. Dalam proses *release*, juga menuntut adanya keseimbangan statis yang harus dipertahankan selama menembak. (Septiana et al., 2020)

BAB 3 ANALISIS GERAK AEROBIK DAN ANAEROBIK

A. Olahraga Aerobic

Olahraga aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara terus menerus dimana kebutuhan oksigen masih dapat dipenuhi tubuh. Sebagai contoh olahraga aerobik adalah gerak jalan cepat, jogging, lari, senam, renang, dan bersepeda. aerobik merupakan latihan intensif yang menggerakkan dua tangan dan kedua kaki seperti jogging, bulu tangkis, berenang gaya krol (bukan gaya katak), bersepeda aktif (bukan sepeda statis). Latihan ini dimulai dengan pemanasan selama 5 menit kemudian diikuti latihan pokok dengan mengukur maksimum detak jantung menuju pencapaian 200 dikurangi usia yang sedang berlatih per menit (DNM). Latihan ini dilakukan selama 20 menit, namun bila dilakukan setiap hari atau bila tidak ada waktu boleh dilakukan 3x30 menit per minggu.

Senam aerobik telah menjadi sangat populer di Indonesia. Dahulu, kaum pria menganggap senam aerobik adalah olahraga untuk wanita saja dan menganggapnya kurang bermanfaat. Tetapi kini, baik pria maupun wanita, bersama-sama melakukan senam aerobik demi kebugaran dan kegembiraannya. Senam tersebut diiringi dengan musik kesenangannya dan irama music menjadi panduan dari gerakan yang dilakukan. Mereka yang dahulu mengira senam aerobik merupakan olahraga ringan, setelah melakukannya sendiri merasa bahwa senam aerobic keras intensitasnya sehingga mereka menghargai seperti olahraga lain yang juga cukup keras

intensitasnya. Dalam rangka meningkatkan kebugaran/kesehatan jasmani karyawan/karyawati mengadakan senam aerobik.



Gambar 5. Senam Aerobic
Sumber: canva.com

B. Olahraga anaerobic

Olahraga anaerobik adalah olahraga dimana kebutuhan oksigen tidak dapat dipenuhi seluruhnya oleh tubuh. Sebagai contoh angkat besi, lari sprint 100 M, tenis lapangan, dan bulu tangkis. Merupakan latihan olahraga yang dipakai oleh para atlet olahragawan untuk meningkatkan masa otot dan non-endurance sifatnya, seperti angkat beban dalam meningkatkan masa otot. American Heart Association (2007) menganjurkan angkat beban hendaknya dilakukan setelah latihan aerobik dan hanya sebagai pelengkap sifatnya untuk penampilan yang baik bagi tubuh kita. Latihan aerobik dan anaerobik hendaknya dilakukan secara

teratur dan tidak usah berlama-lama sehingga over-exhausted yang malah berbahaya karena dapat menimbulkan serangan jantung mendadak.

Latihan anaerobik dan aerobik juga bekerja untuk meningkatkan daya kerja dari organ jantung terutama dalam meningkatkan volume kedua ventrikel kiri dan kanan dari organ jantung dengan latihan aerobik, atau memperbaiki kekuatan otot myocardial jantung dengan latihan anaerobik. Terutama latihan aerobik akan memperbaiki endurance, dan bila latihan ini dilakukan oleh orang yang sudah lanjut usia, akan memperbaiki keadaan fisiknya dan juga mencegah agar tidak pelupa.



Gambar 6. Latihan Anaerobic

Sumber: canva.com

C. Manfaat Aerobik dan Anaerobik

1. Manfaat aerobik

- membantu Anda menurunkan berat badan dan mempertahankannya

- membantu menurunkan dan mengontrol tekanan darah
- meningkatkan stamina dan mengurangi kelelahan saat berolahraga
- mengaktifkan sistem kekebalan tubuh, membuat Anda cenderung tidak terkena pilek atau flu
- memperkuat organ hati

2. Manfaat anaerobic

Sedangkan latihan anaerobik bisa bermanfaat jika Anda ingin membentuk otot atau menurunkan berat badan. Ini juga dapat bermanfaat jika Anda sudah berolahraga dalam waktu yang lama, dan ingin terus maju dan mencapai tujuan baru. Latihan anaerobik juga dapat membantu Anda mempertahankan massa otot seiring bertambahnya usia. Manfaat lain :

- memperkuat tulang
- membakar lemak
- membangun otot
- meningkatkan stamina untuk aktivitas sehari-hari seperti hiking, menari, atau bermain bersama anak

D. Resiko anaerobic dan aerobic

Perbedaan aerobik dan anaerobik yang berikutnya terletak pada risikonya. Latihan aerobik bisa bermanfaat bagi hampir semua orang. Tetapi, Anda perlu mendapatkan persetujuan dokter jika Anda sudah lama tidak aktif atau hidup dengan kondisi kronis.

Jika Anda baru mengenal latihan aerobik, penting untuk memulai dengan perlahan dan meningkatkannya secara bertahap untuk mengurangi risiko cedera. Misalnya, mulailah dengan berjalan kaki 5 menit sekali dan tambahkan 5 menit sekali sehingga Anda dapat melakukan jalan cepat selama 30 menit. Latihan aerobik intensitas tinggi yang dilakukan secara tiba-tiba dengan durasi lama dapat memberikan tekanan pada tubuh.

Berbeda dengan aerobik, Latihan anaerobik bisa membebani tubuh Anda. Pada skala 1 hingga 10 untuk aktivitas yang dirasakan, latihan anaerobik intensitas tinggi memiliki nilai lebih dari tujuh. Latihan ini biasanya tidak disarankan untuk orang yang baru berolahraga.

Dapatkan persetujuan dokter sebelum menambahkan latihan anaerobik ke dalam rutinitas. Berlatih dengan profesional kebugaran bersertifikat juga dapat membantu Anda membuat program anaerobik berdasarkan riwayat dan tujuan medis Anda.

Untuk latihan seperti HIIT dan latihan beban, ahli kebugaran juga dapat mendemonstrasikan teknik latihan yang benar. Melakukan latihan dengan teknik yang tepat sangat penting untuk mencegah terjadinya cedera.

BAB 4 ANALISIS

HUKUM NEWTON I

A. Hukum Newton

Hukum Newton merupakan suatu materi yang membahas mengenai hubungan antara gaya internal dan eksternal yang bekerja pada sebuah benda dan gerak yang ditimbulkan dan merupakan konsep dasar yang digunakan untuk memahami konsep fisika yang lain (Serwey & Jewet, 2010; Halliday, 2008). Apabila siswa tidak memahami materi hukum Newton, maka pada materi berikutnya siswa akan mengalami kesulitan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa selama ini siswa mengalami kesulitan dan permasalahan dalam mengenali gaya pada materi hukum Newton (Halim, dkk, 2014). Hal ini disebabkan karena konsep gaya dan gerak memiliki konsep yang abstrak sehingga sulit untuk dipahami oleh siswa (Alias, 2015). Selain itu, materi hukum Newton memiliki karakteristik yang unik untuk dipelajari dalam proses pembelajaran, materi hukum Newton sangat mudah untuk diungkapkan, namun sering menimbulkan kesalahan, kesulitan bahkan miskonsepsi pada siswa jika siswa tidak memahami materi tersebut dengan baik (Zemansky dan Sears, 2002).

B. Bunyi Hukum Newton I

Hukum I Newton berbunyi: “Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol (diam/setimbang) maka benda diam akan tetap diam dan benda yang bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan (Konstan)[16].

Secara matematis Hukum I Newton dilambangkan dengan $\sum F = 0$ Newton. Hukum Newton I juga menyatakan apabila benda dengan keadaan awal diam akan tetap diam dan benda yang bergerak dengan kecepatan tetap akan terus bergerak dengan kecepatan tetap (Konstan).

C. Hukum Newton III dalam Cabang Olahraga

Anggar adalah seni budaya olahraga ketangkasan dengan senjata yang menekankan pada teknik kemampuan seperti memotong, menusuk atau menangkis senjata lawan dengan menggunakan keterampilan dan memanfaatkan kelincahan tangan. Sejarah perkembangan anggar di dunia berawal dari peradaban Mesir Kuno dan Roma. Dahulu anggar merupakan bentuk seni, simbol kemuliaan, simbol kekuasaan serta bentuk ekspresi. Disini akan menjelaskan analisis biomekanika pada Gerak Sedia Anggar.

D. Gerak Sedia Anggar

Posisi sedia ini dalam keadaan normal dan benar, dimana posisi sedia badan tidak terlalu condong ke depan atau belakang. Dalam gerakan sedia ini, masih dalam keadaan diam. Hukum yang berlaku adalah Hukum 1 Newton yaitu jika tidak ada gaya yang bereaksi, kecepatan dan percepatan suatu objek tidak berubah. Objek akan diam atau bergerak beraturan sepanjang garis lurus. Sedia yang saat pada posisi normal akan mempermudah efisiensi gerakan. Posisi ini memiliki pusat massa, adanya titik tangkap dari resultan gaya-gaya berat pada setiap anggota sistem, yang jumlah momen gayanya terhadap titik tangkap ini (pusat massa) sama dengan nol dan arah gaya ini menuju pusat bumi sebesar w ($w=m.g$) Titik berat pada

gerakan sedia normal ini berada pada posisi yang sama dengan pusat massa, yaitu saat posisi badan normal dengan tumpuan pada telapak kaki. Keseimbangan yang stabil terjadi apabila sebuah objek diletakkan sedemikian sehingga usaha untuk menggangukannya harus mengangkat titik beratnya. Dengan demikian objek tersebut cenderung jatuh kembali ketempat semula. Bila untuk menggulingkannya, makin tinggi titik beratnya harus diangkat makin stabil keseimbangannya. Keseimbangan.

Keseimbangan yang tidak stabil atau goyah terjadi bila hanya dibutuhkan dorongan sedikit untuk merobohkan objek. Hal ini terjadi bila titik berat jatuh pada titik yang lebih rendah jika objek itu diangkat. Posisi badan dimana badan seseorang harus normal, sebaiknya tidak terlalu mencondong ke depan atau kebelakang, sebab saat badan tidak posisi normal, akan lebih susah untuk menggerakkan posisi badan, ibarat posisi saat berdiri akan lebih mudah menggerakkan posisi badan , daripada posisi badan saat jongkok.

BAB 5 MODIFIKASI GERAK

A. Pengertian modifikasi gerak

Secara etimologi modifikasi berasal dari bahasa Inggris “modify” yang artinya merubah. Kenapa modifikasi olahraga kedalam PJOK dilakukan? Sebab peserta didik secara fisik dan emosional belum matang, jika dibandingkan dengan orang dewasa. Persoalan yang terjadi dalam pembelajaran PJOK disekolah dasar ada beberapa hal yang muncul bagi peserta didik antara lain: menggunakan alat dan peraturan orang dewasa. Tentu peserta didik malas dan kurang bermotivasi untuk melakukan PJOK dengan adanya modifikasi alat-alat dan peraturan memungkinkan peserta didik lebih cepat mengembangkan kekuatan secara baik dan partisipasinya mendorong untuk bekerjasama dan merasa senang dalam modifikasi olahraga ada empat unsur yang harus diperhatikan oleh guru yaitu:

1. modifikasi ukuran lapangan
2. modifikasi peralatan
3. modifikasi lamanya permainan
4. modifikasi peraturan permainan, merubah ukuran lapangan dan waktu bermain tujuannya mengurangi tuntutan fisik peserta didik modifikasi peralatan mencakupi alat pemukul, raket dan tongkat dibuat dalam

ukuran yang kecil dan memungkinkan peserta didik dapat menggunakannya, begitu juga ukuran dan komposisi bola dimodifikasi untuk membuat peserta didik lebih senang menggunakannya dan mudah melempar serta menyepakinya.

B. Tujuan modifikasi gerak

Lutan 1988 dalam Samsudin 2000:59 menyatakan: modifikasi dalam pembelajaran pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan diperlukan dengan tujuan yaitu:

1. Siswa memperoleh kepuasan dalam mengikuti pembelajaran
2. Meningkatkan kemungkinan keberhasilan dalam berpartisipasi.
3. Siswa dapat melakukan pola gerak secara benar.

Pendekatan modifikasi ini bermaksudkan agar materi yang ada di dalam kurikulum dapat disajikan sesuai dengan tahap-tahap perkembangan kognitif, efektif, dan psikomotorik anak. Melakukan modifikasi dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembelajaran pendidikan jasmani, guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan akan lebih mudah menyajikan materi pembelajaran yang sulit menjadi mudah dan disederhanakan tanpa takut kehilangan makna dan apa yang akan diberikan. anak akan lebih banyak bergerak dalam berbagai situasi dan kondisi yang dimodifikasi.

C. Modifikasi evaluasi pembelajaran

Evaluasi materi maksudnya adalah penyusunan aktivitas belajar yang terfokus pada evaluasi keterampilan yang sudah dipelajari peserta didik pada berbagai situasi. aktifitas evaluasi dapat merubah fokus perhatian peserta didik dari bagaimana seharusnya suatu keterampilan dilakukan menjadi bagaimana

keterampilan itu.oleh karena itu,guru pendidik jasmani harus pandai-pandai menentukan modifikasi evaluasi yang sesuai dengan keperluannya.modifikasi evaluasi terutama yang lebih berorientasi pada hasil dapat meningkatkan penampilan peserta didik yang sudah memiliki keterampilan dan percaya diri yang memadai.sebaiknya dapat merusak keterampilan peserta didik yang belum meraih kemampuan dan percaya diri yang memadai.untuk itu,bentuk modifikasi evaluasi harus betul-betul sinkron dengan tujuan dan aktivitas belajarnya.

Ada bebarapa bentuk modifikasi evaluasi yang anda bisa lakukan disekolah tempat anda mengajar, seperti berikut ini:

1. *Self-testing* (individu atau berpasangan)

Pada bentuk ini peserta didik didorong untuk mengetes secara individu atau berpasangan tentang penguasaan materi yang sudah dipelajari, misalnya

- Lakukanlah beberapa kali,peserta didik dapat melakukan lempar tangkap tanpa jatuh terlebih dahulu ketanah (bolabasket)
- Lakukanlah beberapa kali,peserta didik dapat melakuakn dribling sambil memejamkan mata (bolabasket)

2. *Self testing* (kelompok /grup)

Pada bentuk ini peserta didik didorong untuk mengetes secara kelompok tentang penguasaan materi yang sudah dipelajarinya, misalnya:

- Lakukanlah beberapa lama kelompok peserta didik dapat melakukan pas bawah tanpa jatuh terlebih dahulu ketanah.
- Seberapa jauh kelompok peserta didik dapat melakukan pas bawah bersambung tanpa jatuh

3. Pertandingan

Pada bentuk ini peserta didik didorong untuk mengetes penguasaan materi yang sudah dipelajarinya, misalnya:

- Lakukanlah beberapa lama kelompok peserta didik dapat melakukan pas bawah tanpa jatuh terlebih dahulu ketanah (bola voli)
- Seberapa jauh kelompok peserta didik dapat melakukan pas bawah bersambung tanpa jatuh kelantai (bola voli)
- Lakukan dribling satu lawan satu (bolabasket)
- Lakukan sepakbola 3 lawan 3.

BAB 6 ANALISIS GERAK

IMPULS

A. Momentum

Momentum adalah besarnya gaya dorong dari suatu benda, momentum juga dikatakan sebagai kekuatan gerak. Jadi momentum dari suatu benda itu bisa kita peroleh jika benda tersebut bergerak dengan suatu kecepatan.

Dalam olahraga contoh dari momentum bisa kita lihat gerakan seorang petinju ketika memukul, di sana gerakan petinju harus cepat. Karena kecepatan pukulan tersebut tidak hanya bergantung dari kecepatannya saja, tetapi massa dari kepalan tangan seorang petinju juga berpengaruh di sana. Dari sini dapat disimpulkan bahwa massa dari glove dan kepalan tangan serta kecepatan menentukan besarnya gerak. Benda yang memiliki massa lebih besar mempunyai momentum yang lebih besar pula dibandingkan benda yang memiliki massa lebih kecil.

$M \times v$ disebut jumlah gerak atau momentum gerak atau kekuatan gerak dari gerakan pukulan petinju itu, akan lebih keras pukulan yang dihasilkan jika menggunakan berat badannya untuk membantu menimbulkan momentum. Tidak hanya petinju, tetapi di bidang olahraga tenis lapangan juga menggunakan momentum, tetapi momentum yang dihasilkan oleh raket tenis lapangan akan lebih besar dibandingkan raket bulu tangkis. Begitu juga dalam bidang bela diri yaitu silat, dimana tendangan yang dilakukan akan menghasilkan momentum karena ketika tungkai seorang pesilat menendang

sasaran terdapat momentum yang ditransfer dari tungkai ke arah sasaran. Semakin keras tendangan yang dilakukan oleh pesilat maka besar momentum akan semakin besar, tetapi semakin kecil tendangan yang dilakukan maka momentum akan semakin kecil.

Momentum tidak timbul begitu saja, yang menyebabkan adanya momentum yaitu kekuatan (K) dan besarnya momentum tidak hanya timbul dari K saja tetapi semakin lama kita mengerahkan K makin besar momentum yang ditimbulkan. Jadi besarnya K dan lamanya kekuatan (t) menentukan besarnya momentum.

Impuls adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat atau impuls merupakan peristiwa bekerjanya gaya dalam waktu yang sangat singkat.

Dalam olahraga kita ambil contoh yaitu seorang pesilat yang melakukan tendangan secepat-cepatnya dimana hasil dari tendangan pesilat pada sasaran yang diberikan gaya dengan waktu sesingkat mungkin disebut impuls. Dimana besarnya kekuatan (K) dikali lamanya kekuatan (t) merupakan suatu pengerahan kekuatan atau kejutan kekuatan atau momentum kekuatan atau impuls.

B. Hubungan Momentum dan Impuls

Momentum dan impuls memiliki hubungan yang sangat erat, dimana telah dijelaskan bahwa impuls dan momentum merupakan hubungan sebab-akibat. Dimana seperti yang dijelaskan $K \times t$ adalah yang menyebabkan, sedangkan $m \times v$ adalah akibat yang ditimbulkan, dimana sebab dan akibat selalu sama besarnya. Jadi impuls dan momentum tidak bisa dipisahkan dan jika momentum kecil maka impuls pun kecil dan

sebaliknya, jika momentum besar makan impuls akan besar juga.

Sebagai contoh peluru yang meledak mengerahkan kekuatan/gayanya. Gaya yang bekerja pada pistol, pengerahannya dilakukan sepanjang larasnya. Karena larasnya pendek, waktu (t) yang dikerahkan juga pendek. Sedangkan senjata api yang larasnya panjang, dengan sendirinya t -nya juga akan besar sehingga impulsnya besar.

Demikian pula sebagai contoh lainnya yaitu, seorang atlet tolak peluru atau seorang pitcher bila tolakan atau ayunan lengannya panjang. Pengerahan kekuatannya lebih lama sehingga impulsnya lebih besar. Impuls yang besar mengakibatkan momentum yang dihasilkan juga besar.

C. Aplikasi Konsep Impuls dan Momentum Dalam Bela Diri Karate

Karateka pemegang sabuk hitam sering mendemonstrasikan kekuatan dan keahlian mereka dengan cara membelah dua tumpukan batu bata keras tanpa terluka sedikit pun. Seorang ahli karate dari Jepang bahkan pernah mengalahkan seekor banteng dewasa tanpa menggunakan senjata.

Menurut Michael Feld, seorang karateka sabuk cokelat yang juga memiliki gelar Ph.D. di bidang fisika MIT (Massachusetts Institute of Technology), demonstrasi karate tersebut sama sekali tidak menggunakan tipuan semacam tipuan kamera dan komputer yang biasa dilakukan dalam pembuatan film. Seluruh gerakan karate yang tampak ajaib sesungguhnya hanya merupakan aplikasi prinsip-prinsip fisika. Gerakan karateka merupakan paduan gerakan yang paling efisien sehingga hampir tidak dapat dimaksimalkan lebih jauh lagi.

Rahasia utama dalam gerakan bela diri ini adalah kecepatan gerakan serta ketepatan fokus serangan (sasaran). Semua teknik dalam Karate ditujukan untuk menghasilkan kecepatan dan kekuatan secara efisien. Sebelum memulai gerakan, karateka terbiasa untuk mengambil napas yang dalam, yang kemudian dikeluarkan lagi sambil berteriak keras "HAI-YAAA" saat melepaskan serangan. Secara fisika, teriakan itu sebenarnya merupakan cara untuk melepaskan gaya yang sangat besar yang dihasilkan oleh otot-otot diafragma (otot yang mengatur gerakan paru-paru) yang berkontraksi sangat cepat. Dengan berteriak, gerakan yang dilakukan menjadi lebih efisien, terutama dalam melakukan pukulan.

Pukulan-pukulan yang dihasilkan oleh seorang pemula mencapai kecepatan 6 meter per detik, sedangkan seorang karateka sabuk hitam dapat mengeluarkan pukulan dengan kecepatan 14 meter per detik (lebih cepat dari kecepatan pelari tercepat). Kecepatan gerakan dan pukulan sangat penting dalam Karate.

Dalam karate, Joe Louis yang dikenal sebagai "Greatest Karate Fighter of All Time", tahu bahwa besaran fisika yang sangat berperan adalah momentum. Momentum suatu benda yang sedang bergerak sama dengan massa benda itu dikalikan dengan kecepatannya. Benda yang bermassa lebih besar mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan dengan benda yang bermassa lebih kecil. Oleh karena itu pada pertandingan karate setiap karateka ditimbang berat badannya. Ini bertujuan untuk mengelompokkan karateka pada kelas yang sama berat badannya. Apabila berat badannya sudah sama, tergantung lagi dari teknik dan kecepatan serangan agar

menghasilkan momentum yang besar. (Tergantung berapa besar massa dan berapa kecepatan pukulan)



Gambar 7. Karateka yang sedang mematahkan kayu.
Sumber: sportsrec.com

Pada gambar, seorang karateka sedang memukul sasaran yang terbuat dari kayu. Ketika tangannya menghantam kayu sasaran, ada momentum yang ditransfer dari tangan kepada sasaran. Besarnya gaya yang dialami oleh kayu akibat pukulan ini sangat tergantung pada berapa besar momentum yang ditransfer dan berapa lama waktu transfernya itu. Semakin besar momentum yang ditransfer semakin besar gaya yang dialami kayu. Dan semakin cepat waktu transfernya semakin besar pula gaya itu.

Karateka mula-mula berdiri dengan kepalan tangan menghadap ke atas. Kemudian ia memberi momentum pada tangan dengan menggerakannya ke depan. Agar momentum tangannya lebih besar, badan karateka ikut mendorong (dorongan badan akan lebih efektif jika selama proses ini kepalan tangan berputar seratus delapan puluh derajat, sehingga sekarang kepalan tangan menghadap ke bawah). Selanjutnya momentum yang besar ini ditransfer dalam waktu sekecil

ungkinan. Dengan massa yang besar, kecepatan yang tinggi dan waktu sentuh yang kecil terhadap objek, ini akan mengakibatkan gaya yang diberikan semakin besar.

Agar waktu transfernya sekecil mungkin, setelah mengenai sasaran, sang karateka segera menarik kembali tangannya dengan cepat. Untuk memperoleh efek hantaman yang lebih besar lagi, tekanan yang diberikan oleh tangan sang karateka harus lebih besar. Ini diperoleh dengan membuat permukaan sentuh antara tangan dan sasaran sekecil mungkin. Dalam hal ini bagian yang cocok untuk menghantam adalah tulang-tulang metacarpal (tulang antara jari dan pergelangan tangan).

BAB 7 KINEMATIKA ANGULAR

A. Pengertian Kinematika Angular

(Bambang Kridasuwarsa: 2014) Kinematika adalah bahasan dinamika tentang hasil gerak yang berkaitan dengan ruang dan waktu seperti, jarak, kecepatan, percepatan waktu, dan sudut. Menurut David (2020) Kinematika angular atau gerak melingkar adalah gerak pada bidang datar dengan lintasan berbentuk lingkaran. Pada gerak melingkar lintasan yang ditempuh untuk interval waktu tertentu merupakan busur lingkaran. Sehingga kinematika angular terdiri dari beberapa besaran. Besaran adalah sifat kuantitatif yang dimiliki oleh benda. Dalam melakukan lontar martil terdapat benda yang akan di lemparkan oleh atlet yang merupakan besaran massa yang juga memiliki volume. Dalam melakukan lemparan tentu ada jarak dan juga kecepatan dan masih banyak besaran lain dalam gerak melingkar tersebut.

Dalam mekanika terdapat tiga besaran dasar atau besaran pokok yaitu massa, panjang dan waktu. Ketiga besaran tersebut sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Pada saat menimbang suatu benda, merupakan aktivitas mengukur massa benda tersebut yang diberi simbol m dengan satuan "Kg Mengukur dengan menggunakan meteran atau mistar yaitu untuk mengetahui panjang dan apa yang diukur dengan simbol "L" dengan satuan Km, Meter atau Centimeter. Jam atau stopwatch

untuk mengukur waktu dengan simbol 't' dengan satuan jam, menit atau detik yang disebut dengan second.

Besaran-besaran pokok tersebut dapat diturunkan sehingga disebut besaran turunan. Adapun besaran turunan dituliskan dengan satu simbol. Adapun turunan dari besaran turunan adalah mempunyai lebih dari satu satuan atau gabungan dari beberapa satuan. Seperti kecepatan dengan simbol "V" yang satuannya m/s atau Km/Jam, percepatan dengan simbol "a" dan satuannya adalah m/s², gaya dengan simbol "F" satuannya Newton (kgm²), dan sebagainya. Dalam kinematika angular terdapat beberapa besaran antara lain: periode "T", frekuensi "f", kecepatan linier "v", kecepatan sudut atau kecepatan angular "ω" dan percepatan sentripetal "a_s".

B. Macam-macam Gerak Kinematika Angular

(Bambang Kridasuwarsa: 2014) ada dua macam gerak dalam kinematika Angular:

1. Gerak melingkar beraturan dalam olahraga jarang ditemukan. Contoh dalam kehidupan sehari-hari adalah pergerakan jarum jam yang selalu tetap kecepatannya. Atau rotasi dan revolusi bulan terhadap bumi serta rotasi dan revolusi bumi terhadap matahari.
2. Gerak melingkar berubah beraturan sering sekali kita temukan dalam olahraga. Pada putaran palang tunggal dan palang bertingkat selalu terjadi gerak melingkar yang berubah-ubah kecepatannya. Formula yang biasa digunakan di samping. $\omega = \theta : t$.

BAB 8 ANALISIS GERAK KOMBINASI

Pendidikan jasmani yang diajarkan di sekolah memiliki peranan penting yaitu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung melalui aktivitas jasmani, olahraga dan kesehatan yang dilakukan secara sistematis. Pengalaman gerak yang dilakukan melalui aktivitas jasmani adalah dasar bagi individu untuk mengenal lingkungan dan dirinya sendiri yang secara alami dengan mengikuti berkembangnya zaman. Pada dasarnya pendidikan jasmani harus sudah di tanamkan sejak dini. Karena pada umumnya jika ingin menguasai berbagai macam aktivitas, dasarnya harus diletakkan pada masa dini dan menurut orang dewasa kebanyakan dari hobi mereka berdasarkan pengalaman sejak usia dini. Usia sekolah dasar adalah masa yang sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan fisik serta gerak yang memegang peranan penting dalam pembentukan individu yang berkualitas di kemudian hari. Pendidikan jasmani adalah program pendidikan melalui gerak dan olahraga, yang mengandung arti bahwa gerakan, permainan atau cabang olahraga tertentu hanyalah alat untuk Struktur dalam pelaksanaan pendidikan jasmani di Sekolah Dasar memiliki ciri – ciri yang terdiri atas keterampilan teknik dasar dan beberapa cabang olahraga. Kemampuan gerak dasar adalah kemampuan yang biasa peserta didik melakukan guna untuk meningkatkan kualitas .

Perkembangan penguasaan gerak terjadi sejalan dengan pertumbuhan fisik, pada masa awal dan pembentukan pola gerak dasar. Gerak dasar meliputi berjalan, berlari, melompat dan meloncat. Kesalahan gerak dasar yang tidak dikoreksi akan merugikan anak dan bersifat menetap dan sulit untuk dirubah, kerugian tersebut meliputi: (1).Tidak efisiennya gerakan, (2).Buruknya mekanik pada saat penampilan. (3).Kemungkinan terjadinya cedera lebih besar, dan (4).Pengeluaran energi lebih besar/pemborosan energi. Kemampuan gerak dasar dibagi menjadi tiga kategori yaitu lokomotor, non lokomotor, dan manipulatif. Kemampuan lokomotor digunakan untuk memindahkan tubuh dari satu tempat ke tempat lain untuk mengangkat tubuh, Seperti Loncat dan lompat. Kemampuan gerak lainnya adalah berjalan, berlari, melompat, meluncur, dan lari seperti kuda berlari. Gerakan lokomotor adalah merupakan suatu gerakan yang ditandai dengan adanya perpindahan tempat, seperti jalan, lari, melompat (Kadek, 2016:76). Gerakan ini biasanya membuat anak merasa senang melakukannya. Gerakan lokomotor ini bisa dimodifikasi menjadi permainan anak sehingga tanpa disadari anak sedang melakukan gerak lokomotor, seperti berjalan, lari, melompat, dan mengguling. Tujuan dari dilakukannya gerakan dasar lari dan lompat adalah meningkatkan kemampuan gerakan dasar yang sering dilakukan dalam kehidupan sehari – hari. Guru dapat menerangkan dan memberi contoh mengenai teknik gerakan dasar atletik lari dan lompat. Pada aktivitas ini peserta didik melakukan kegiatan lari dan lompat kurang lebih selama 5 menit dengan rintangan yang sudah ditentukan.

Belajar keterampilan gerak dasar belum mendapat perhatian yang proporsional pada mata pelajaran Pendidikan

Jasmani Olahraga dan Kesehatan (PJOK). Dalam pelaksanaan pembelajaran keterampilan gerak dasar, guru masih sulit memperoleh buku rujukan yang representatif dan kurangnya pemahaman masyarakat terhadap kontribusi pendidikan jasmani sebagai salah satu alat dalam mewujudkan terbentuknya manusia seutuhnya (sehat, fisik, emosi, kecerdasan, serta sosial). Permasalahan yang terpenting dan sangat mempengaruhi kreativitas siswa yaitu kurangnya media/sarana prasarana dan pengembangan media di sekolah tersebut. Padahal di dalam pelaksanaan pembelajaran atletik, seorang guru PJOK dapat memanfaatkan alat-alat yang sederhana. Kreativitas guru sangat diperlukan untuk melahirkan ide gerak yang mudah dilakukan oleh siswa. Yang teramat penting dari semuanya itu adalah faktor kegembiraan pada anak yang ditimbulkan dari kegiatan atletik, sehingga anak akan tertarik dan mulai menyukai atletik. Untuk mewujudkan suasana yang menggembirakan diperlukan pengembangan atletik yang bernuansa permainan. Guru harus mampu mengemas kegiatan yang disajikan dalam bentuk tugas-tugas gerak yang mudah dimengerti anak sesuai dengan keadaan jiwanya dalam proses pembelajaran. (Yudha M. Saputra, 2001: 5).

A. Pengertian Lokomotor

Yaitu suatu kemampuan gerak dasar yang mendasari seseorang itu bisa bergerak atau berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan anggota tubuh. Contoh : dari duduk lalu ia berdiri, dari berjalan menjadi lari. Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan pengertian dari keterampilan lokomotor adalah perkembangan suatu keterampilan gerak dasar yang bisa memiliki perubahan gerakan yang dimiliki setiap

manusia dan menjadi objek perubahan gerakan tersebut adalah anggota tubuh. Bagian ruang lingkup pendidikan jasmani adalah pembentukan gerak, yang meliputi keinginan untuk 6 bergerak. Menghayati ruang waktu dan bentuk termasuk perasaan irama, mengenal kemungkinan gerak diri sendiri, memiliki keyakinan gerak dan perasaan sikap (kinestetik) dan memperkaya kemampuan gerak. Kemampuan gerak dasar ada tiga jenis yaitu lokomotor, non lokomotor, dan manipulatif.

Gerak lokomotor merupakan suatu gerakan yang bisa ditandai dengan adanya perpindahan tempat, seperti jalan, lari melompat dan mengguling. Gerakan ini biasanya membuat anak merasa senang melakukannya, karena pada umumnya anak-anak akan lebih tertarik. Gerak lokomotor ini bisa juga dimodifikasi menjadi permainan anak, misalnya dalam bentuk permainan tradisional.

B. Komponen Gerak Locomotor Dan Non Locomotor

Gerak dalam model pendidikan gerak adalah gerakan lokomotor, gerakan non lokomotor, dan gerakan manipulatif, menurut Mahendra (2017, hlm. 21-22):

1. Gerakan lokomotor adalah gerakan yang menyebabkan terjadinya perpindahan tempat atau keterampilan yang digunakan memindahkan tubuh dari satu tempat ke tempat lainnya. Contoh gerakan lokomotor adalah berlari, berjalan, melompat, dsb.
2. Gerakan non-lokomotor adalah gerakan yang tidak menyebabkan pelakunya berpindah tempat, seperti menekuk, membengkokkan badan, membungkuk, menarik, mendorong, meregang, memutar, mengayun, memilin, mengangkat, merentang, merendahkan tubuh, dsb

3. Gerak manipulatif sebagai gerakan yang mempermainkan objek tertentu sebagai medianya, atau keterampilan yang melibatkan kemampuan seseorang dalam menggunakan bagian-bagian tubuhnya untuk memanipulasi benda diluar dirinya. Contoh gerakan manipulatif yaitu melempar, menendang, menangkap, menyetop bola, memukul dengan raket, memukul dengan pemukul softball, dsb
 - (1) keterampilan lokomotor,
 - (2) keterampilan keseimbangan dan
 - (3) keterampilan manipulative

C. Macam-macam Gerak Manipulatif Lengan

Keterampilan manipulatif lengan merupakan gerakannya mengarah ke bagian-bagian dari lengan, adapun gerakan-gerakan manipulatif lengan yaitu melempar, menangkap, dan memukul bola. Berikut penjelasan dari beberapa ahli:

1. Melempar adalah gerakan mengarahkan satu benda yang dipegang dengan cara mengayunkan tangan ke arah tertentu. Melempar adalah pola gerakan dasar yang mendorong sebuah objek dari badan dengan menggunakan tangan. Dari pernyataan diatas disimpulkan bahwa melempar adalah gerakan yang kompleks yang menggunakan satu tangan atau dua tangan terhadap suatu benda untuk melontarkan suatu objek tertentu.
2. Menangkap. Menangkap merupakan suatu usaha yang dilakukan oleh individu tersebut untuk dapat menguasai bola dengan tangan, baik dalam satu tangan maupun dua tangan.

D. Kelebihan Model Pendidikan Gerak

Kelebihan yang didapatkan oleh siswa dalam model pendidikan gerak bahwasanya siswa dapat diarahkan untuk menjawab melalui serangkaian pertanyaan dan aktivitas yang diajukan guru, menekankan kreativitas, dan siswa umumnya aktif bersama. Misalnya siswa harus mencari berbagai macam cara untuk memainkan bola sesuai temuan sendiri. Siswa yang berhasil menemukan gerakan sendiri, mendapat reward dari guru berupa pujian, dan guru akan terus menanyakan kemungkinan lebih lanjut dari gerakan yang dapat ditemukan selanjutnya yaitu menekankan kreativitas. Karena pendekatan pengajaran dalam pendidikan gerak lebih menekankan pada kemampuan memproduksi gerak-gerak baru dalam khasanah pengalaman gerak anak, pada dasarnya siswa sedang dilatih untuk bersikap kreatif untuk mencipta hal-hal yang baru. Dan ketika siswa terus menerus diberi pengukuhan (reinforcement) secara verbal untuk memecahkan masalah gerak, terutama yang bersifat kreatif.

BAB 9 ANALISIS SISTEM OTOT

A. Pengertian Otot

Otot merupakan suatu organ/alat yang dapat bergerak ini adalah sutau penting bagi organisme. Gerak sel terjadi karena sitoplasma merubah bentuk. Pada sel-sel sitoplasma ini merupakan benang-benang halus yang panjang disebut miofibril. Kalau sel otot yang mendapatkan rangasangan maka miofibril akan memendek, dengan kata lain sel oto akan memendekkan dirinya kearah tertentu.(Ville,1984)

Terdapat pula macam – macam otot yang berbeda pada vertebrata. Yang pertama ialah otot jantung, yaitu otot yang menyusun dinding jantung. Otot polos terdapat pada dinding semua organ tubuh yang berlubang (kecuali jantung). Kontraksi otot polos yang umumnya tidak terkendali, memperkecil ukuran struktur-struktur yang berlubang ini. Pembuluh darah, usus, kandung kemih dan rahim merupakan beberapa contoh dari struktur yang dindingnya sebagian besar terdiri atas otot polos. Sehingga kontraksi otot polos melaksanakan bermacam-macam tugas seperti meneruskan makanan kita dari mulut ke saluran pencernaan, mengeluarkan urin, dan mengirimkan bayi ke dunia.Otot kerangka, seperti namanya, adalah oto yang melengkat pada kerangka. Otot ini dikendalikan dengan sengaja. Kontraksinya memungkinkan adanya aksi yang disengaja seperti berlari, berenang, mengerjakan alat-alat, dan bermain bola. Akan tetapi, apabila otot jantung, otot polos,

ataupun otot kerangka atau lurik memeberikan suatu ciri, maka otot tersebut merupakan alat yang menggunakan energi kimia dan makanan untukmelakukan kerja mekanisme.



Gambar 8. Jenis-jenis otot

Sumber: roboguru.ruangguru.com

B. Jenis-jenis otot dan cara kerjanya

Dalam garis besarnya sel otot dapat dibagi menjadi 3 (tiga) golongan yaitu :

1. Otot Polos

Otot polos terdiri dari sel-sel otot polos. Sel otot ini bentuknya seperti gelendongan, dibagian tengah terbesar dan kedua ujungnya meruncing. Otot polos memiliki serat yang arahnya searah panjang sel tersebut miofibril. Serat miofilamen dan masing-masing mifilamen teridri dari protein otot yaitu aktin dan miosin. Otot polos bergerak secara teratur, dan tidak cepat lelah. Walaupun tidur. Otot masih mampu bekerja. Otot polos terdapat pada alat-alat dinding tubuh dalam, misalnya

pada dinding usus, dinding pembuluh darah, pembuluh limfe, dinding saluran pencernaan, takea, cabang tenggorok, pada muskulus siliaris mata, otot polos dalam kulit, saluran kelamin dan saluran ekskresi (Ville,1984)

C. Cara kerja otot polos

Bila otot polos berkontraksi, maka bagian tengahnya membesar dan otot menjadi pendek. Kerutan itu terjadi lambat, bila otot itu mendapat suatu rangsang, maka reaksi terhadap berasal dari susunan saraf tak sadar (otot involunter), oleh karena itu otot polos tidak berada di bawah kehendak. Jadi bekerja di luar kesadaran kita.

- **Otot lurik**

Sel-sel otot lurik berbentuk silindris atau seperti tabung dan berinti banyak, letaknya di pinggir, panjangnya 2,5 cm dan diameternya 50 mikron. Sel otot lurik ujungnya sel nya tidak menunjukkan batas yang jelas dan miofibril tidak homogen akibatnya tampak serat-serat lintang. Otot lurik di bedakan menjadi 3 macam, yaitu : otot rangka, otot lurik, dan otot lingkar. Otot-otot rangka mempunyai hubungan dengan tulang dan berfungsi menggerakkan tulang. Otot ini bila di lihat di bawah mikroskop, maka tampak susunannya serabut-serabut panjang yang mengandung banyak inti sel, dan tampak adanya garis-garis terang di selingi gelap yang melintang (Ville,1984).

Otot-otot kulit seperti yang terdapat pada roman muka termasuk otot-otot lurik berada di bawah kehendak kita. Perlekatannya pda tulang dan kulit, tetapi ada juga terdapat dalam kulit seluruhnya. Otot-otot yang merupakan

lingkaran di sebuah otot lingkaran, misalnya otot yang mengelilingi mulut dan mata

D. Cara kerja otot lurik

Bila otot lurik berkontraksi, maka menjadi pendek dan setiap serabut turut dengan berkontraksi. Otot-otot jenis ini hanya berkontraksi jika di rangsangan oleh rangsangan sadar (otot voluntar). Kerja otot lurik adalah bersifat sadar, karena itu disebut otot sadar, artinya bekerja menurut kemauan, karena itu disebut otot sadar, artinya bekerja menurut kemauan atau perintah otak. Reaksi kerja otot lurik terhadap perangsang cepat tapi tidak tahan kelelahan.

- **Otot jantung**

Jantung merupakan otot “istimewa”. Otot ini bentuknya seperti otot lurik perbedaannya ialah bahwa serabutnya bercabang dan bersambung satu sama lain. Berciri merah khas dan tidak dapat dikendalikan kemauan. Kontraksi tidak dipengaruhi saraf, fungsi saraf hanya untuk mempercepat atau memperlambat kontraksi karena itu disebut otot tak sadar. Otot jantung ditemukan hanya pada jantung (kor), mempunyai kemampuan khusus untuk mengadakan kontraksi otomatis dan gerakan tanpa tergantung pada adanya rangsangan saraf. Cara kerja otot jantung ini disebut miogenik yang membedakannya dengan neurogenik (Vilje, 1984).

E. Mekanisme Kontraksi Otot

Setelah struktur otot dan komponen-komponen penyusunnya ditinjau, mekanisme atau interaksi antar

komponen-komponen itu akan dapat menjelaskan proses kontraksi otot.

1. Filamen-filamen tebal dan tipis yang saling bergeser saat proses kontraksi

Menurut fakta, kita telah mengetahui bahwa panjang otot yang berkontraksi akan lebih pendek daripada panjang awalnya saat otot sedang rileks. Pemendekan ini rata-rata sekitar sepertiga panjang awal.

Melalui mikroskop elektron, pemendekan ini dapat dilihat sebagai konsekuensi dari pemendekan sarkomer. Sebenarnya, pada saat pemendekan berlangsung, panjang filamen tebal dan tipis tetap dan tak berubah (dengan melihat tetapnya lebar lurik A dan jarak disk Z sampai ujung daerah H tetangga) namun lurik I dan daerah H mengalami reduksi yang sama besarnya. Berdasarkan pengamatan ini, Hugh Huxley, Jean Hanson, Andrew Huxley dan R. Niedergerke pada tahun 1954 menyarankan model pergeseran filamen (=filament sliding). Model ini mengatakan bahwa gaya kontraksi otot itu dihasilkan oleh suatu proses yang membuat beberapa set filamen tebal dan tipis dapat bergeser antar sesamanya.

2. Aktin merangsang Aktivitas ATPase Miosin

Model pergeseran filamen tadi hanya menjelaskan mekanika kontraksinya dan bukan asal-usul gaya kontraktil. Pada tahun 1940, Szent-Gyorgi kembali menunjukkan mekanisme kontraksi. Pencampuran larutan aktin dan miosin untuk membentuk kompleks bernama Aktomiosin ternyata disertai oleh peningkatan kekentalan larutan yang cukup besar. Kekentalan ini dapat dikurangi dengan menambahkan ATP ke dalam larutan aktomiosin.

Maka dari itu, ATP mengurangi daya tarik atau afinitas miosin terhadap aktin. Selanjutnya, untuk dapat mendapatkan penjelasan lebih tentang peranan ATP dalam proses kontraksi itu, kita memerlukan studi kinetika kimia. Daya kerja ATPase miosin yang terisolasi ialah sebesar 0.05 per detiknya. Daya kerja sebesar itu ternyata jauh lebih kecil dari daya kerja ATPase miosin yang berada dalam otot yang berkontraksi. Bagaimanapun juga, secara paradoks, adanya aktin (dalam otot) meningkatkan laju hidrolisis ATP miosin menjadi sekitar 10 per detiknya. Karena aktin menyebabkan peningkatan atau peng-akti-vasian miosin inilah, muncullah sebutan aktin. Selanjutnya, Edwin Taylor mengemukakan sebuah model hidrolisis ATP yang dimediasi / ditengahi oleh aktomiosin

Pada tahap pertama, ATP terikat pada bagian miosin dari aktomiosin dan menghasilkan disosiasi aktin dan miosin. Miosin yang merupakan produk proses ini memiliki ikatan dengan ATP. Selanjutnya, pada tahap kedua, ATP yang terikat dengan miosin tadi terhidrolisis dengan cepat membentuk kompleks miosin-ADP-Pi. Kompleks tersebut yang kemudian berikatan dengan Aktin pada tahap ketiga. Pada tahap keempat yang merupakan tahap untuk relaksasi konformasional, kompleks aktin-miosin-ADP-Pi tadi secara tahap demi tahap melepaskan ikatan dengan Pi dan ADP sehingga kompleks yang tersisa hanyalah kompleks Aktin-Miosin yang siap untuk siklus hidrolisis ATP selanjutnya. Akhirnya dapat disimpulkan bahwa proses terkait dan terlepasnya aktin yang diatur oleh ATP tersebut menghasilkan gaya vektorial untuk kontraksi otot.

3. Model untuk interaksi Aktin dan Miosin berdasar strukturnya

Rayment, Holden, dan Ronald Milligan telah memformulasikan suatu model yang dinamakan kompleks rigor terhadap kepala S1 miosin dan Faktin. Mereka mengamati kompleks tersebut melalui mikroskopi elektron. Daerah yang mirip bola pada S1 itu berikatan secara tangensial pada filamen aktin pada sudut 45o terhadap sumbu filamen. Sementara itu, ekor S1 mengarah sejajar sumbu filamen. Relasi kepala S1 miosin itu nampaknya berinteraksi dengan aktin melalui pasangan ion yang melibatkan beberapa residu Lisin dari miosin dan beberapa residu asam Aspartik dan asam Glutamik dari aktin.

Gerakan otot lurik tentu dibawah komando atau suatu kontrol yang disebut impuls saraf motor.

1. Ca²⁺ mengatur Kontraksi Otot dengan proses yang ditengahi oleh Troponin dan Tropomiosin

Sejak tahun 1940, ion Kalsium diyakini turut berperan serta dalam pengaturan kontraksi otot. Kemudian, sebelum 1960, Setsuro Ebashi menunjukkan bahwa pengaruh Ca²⁺ ditengahi oleh Troponin dan Tropomiosin. Ia menunjukkan aktomiosin yang diekstrak langsung dari otot (sehingga mengandung ikatan dengan troponin dan tropomiosin) berkontraksi karena ATP hanya jika Ca²⁺ ada pula. Kehadiran troponin dan tropomiosin pada sistem aktomiosin tersebut meningkatkan sensitivitas sistem terhadap Ca²⁺. Di samping itu, subunit dari troponin, TnC, merupakan satu-satunya komponen pengikat Ca²⁺. Secara molekuler, proses kontraksi (Anonim,2010).

2. Otot Halus (Smooth Muscles)

Makhluk hidup vertebrata memiliki dua jenis otot selain otot lurik yaitu otot cardiac (=kardiak; berhubungan dengan jantung) dan otot halus. Otot cardiac ternyata juga berlurik-lurik sehingga mengindikasikan suatu persamaan antara otot cardiac dan otot lurik. Walaupun begitu, otot skeletal (lurik) dan otot cardiac masih memiliki perbedaan antar sesamanya terutama pada metabolismenya. Otot cardiac harus beroperasi secara kontinu sepanjang usia hidup dan lebih banyak tergantung pada metabolisme secara aerobik. Otot cardiac juga secara spontan dirangsang oleh otot jantung itu sendiri dibanding oleh rangsangan saraf eksternal (=rangsangan volunter). Di samping itu, otot halus berperan dalam kontraksi yang lambat, tahan lama, dan tanpa melalui rangsang eksternal seperti pada dinding usus, uterus, pembuluh darah besar. Otot halus disini memiliki sifat yang sedikit berbeda dibanding otot lurik. Otot halus atau sering dikatakan otot polos ini berbentuk seperti spindel, tersusun oleh sel sel berinti tunggal, dan tidak membentuk miofibril. Miosin dari otot halus (protein khusus secara genetik) berbeda secara fungsional daripada miosin otot lurik dalam beberapahal:

- Aktivitas maksimum ATPase hanya sekitar 10% dari otot lurik
- Berinteraksi dengan aktin hanya saat salah satu rantai ringannya terfosforilasi
- Membentuk filamen-filamen tebal dengan cross-bridges yang tak begitu teratur sertatersebar di seluruh panjang filamen tebal (Ville,1984)

a. Kontraksi Otot Halus dipicu oleh Ca^{2+}

Filamen-filamen tipis otot halus memang mengandung Aktin dan Tropomiosin namun tak seberapa mengandung Troponin. Kontraksi otot halus tetap dipicu oleh Ca^{2+} karena miosin rantai ringan kinase (=myosin light chain kinase / MLCK) secara enzimatik akan menjadi aktif hanya jika Ca^{2+} -kalmodulin hadir. MLCK merupakan sebuah enzim yang memfosforilasi rantai ringan miosin sehingga menstimulasi terjadinya kontraksi otot halus. Proses kontraksi otot halus secara kimiawi. Konsentrasi intraselular $[\text{Ca}^{2+}]$ bergantung pada permeabilitas membran plasma sel otot halus terhadap Ca^{2+} . Permeabilitas otot halus tersebut dipengaruhi oleh sistem saraf involunter atau autonomik. Saat $[\text{Ca}^{2+}]$ meningkat, kontraksi otot halus dimulai. Saat $[\text{Ca}^{2+}]$ menurun akibat pengaruh Ca^{2+} -ATPase dari membran plasma, MLCK kemudian dideaktivasi. Lalu, rantai ringan terdefosforilasi oleh miosin rantai ringan phosphatase dan otot halus kembali rileks.

F. Aktivitas Otot Halus termodulasi secara Hormonal

Otot halus juga memberi tanggapan pada hormon seperti epinefrin. Pengaruh hormon tersebut juga dapat dilihat pada gambar 12. Tahap-tahap kontraksi yang terjadi pada otot halus ternyata lebih lambat daripada tahap-tahap yang terjadi untuk otot lurik. Jadi, struktur dan pengaturan kontrol otot halus tepat dengan fungsi yang diembannya yaitu pengadaan suatu gaya tegang selama rentang waktu cukup lama namun mengkonsumsi ATP dengan laju konsumsi rendah.

Perbandingan Otot Dari Tiap Vertebrata

a. Pisces

Sistem otot (urat daging): penggerak tubuh, sirip-sirip, insang-organ listrik (Sonic,2008).

- Belut laut

Sistem otot:

Tubuh berupa lingkaran-lingkaran otot yang tersusun sebagai huru W. Corongbukal digerakan oleh otot-otot radial. Lidah digerakan oleh otot retraktor dan protraktor.

- Ikan hiu

Sistem otot:

Otot-otot di seluruh tubuh secara teratur bersegemen (materik) disebut miotom. Otot-otot itu bermodifikasi kepala dan di apendiks.

- Ikan perak

Sistem otot:

Otot tubuh dan ekor terutama terdiri dari miomer-miomer (otot-otot bersegmen) yang berselang-seling/berganti-ganti tempat dengan vertebra ketika mengadakangerakan berenang dan berbalik arah. Miomer-miomer itu secara kasar berbentukseperti hurup W dan dirakit menjadi 4 sabuk miomer, yang di sepanjang punggung merupakan rakitan yang terberat. Antara miomer-miomer itu terdapat jaringan ikatan yang jika direbus, sabuk-sabuk miomer itu terpisah-pisah menjadi lapisan-lapisan daging (Sonic, 2008).

b. Amphibi

Secara majemuk, sistem otot katak berbeda dari susunan mioton primitif, terutama dalam apendiks. Otot-otot segmental mencolok pada tubuh. Segmenkaki teratas berotot besar (Sonic, 2008).

c. Reptilia

Dibandingkan dengan katak, sistem otot buaya itu lebih rumit, karena gerakannya lebih kompleks. Otot-otot kepala, leher, dan kaki tumbuh baik, walaupun kurang jika dibandingkan pada mammalia. Segmentasi otot jelas pada kolumna vertebralis dan rusuk (Sonic, 2008) .

d. Aves

Tulang kuadrat dari tengkorak mempunyai 2 permukaan artikular dorsal. Semua tulang pelvis bersatu. Ada sebuah pigostil. Sternum mempunyai 4 buah tekik (celah) posterior. Otot pektoralis mayor dimulai pada lunas tulang sternum, dan menarik tulang humerus kebawah (berarti menarik sayap ke bawah). Sebaliknya,otot pektoralis minor menarik sayap ke atas (Sonic, 2008).

e. Mamalia

Tulang kuadrat dari tengkorak mempunyai 2 permukaan artikular dorsal. Semua tulang pelvis bersatu. Ada sebuah pigostil. Sternum mempunyai 4 buah tekik (celah) posterior. Otot pektoralis mayor dimulai pada lunas tulang sternum, dan menarik tulang humerus kebawah (berarti menarik sayap ke bawah). Sebaliknya,otot pektoralis minor menarik sayap ke atas (Sonic, 2008).

BAB 10 KINEMATIKA

Kinematika adalah bagian dari mekanika klasik yang menjelaskan gerak sebuah titik ataupun benda dengan tidak memperhitungkan penyebab benda itu bergerak. Kinematika gerak merupakan ilmu dari fisika klasik yang sudah ada sejak zaman dahulu. Berbagai penelitian telah dilakukan diantaranya Aristoteles yang merupakan salah satu filsuf dan ilmuwan terbesar Yunani. Ia kemudian menjelaskan fenomena gerak dengan membuat klasifikasi. Aristoteles membagi gerakan dalam dua tipe: gerakan alami dan gerakan gangguan. Gerakan alami diduga berasal dari sifat benda. Dalam pandangan Aristoteles, setiap benda dalam alam semesta memiliki tempat tertentu, yang ditentukan oleh sifat ini. Setiap benda yang tidak berada dalam tempat seharusnya akan bergerak untuk pergi ke tempat tersebut. Benda berada di bumi, benda terbuat dari tanah liat akan jatuh ke tanah. Benda yang terbuat dari udara seperti asap akan naik ke atas. Benda yang terbuat dari campuran tanah dan udara namun didominasi bumi, seperti bulu akan jatuh ke tanah namun tidak secepat benda yang terbuat dari tanah liat. Benda yang lebih besar akan bergerak lebih cepat. Karena itu, benda dipercayai jatuh dengan kecepatan proporsional dengan berat. Makin berat sebuah benda, makin cepat benda akan jatuh ke tanah. Gerakan alami dapat bergerak lurus ke atas atau ke bawah. Gerakan gangguan, ditimbulkan dari gaya mendorong atau menarik. Seseorang mendorong sebuah kereta atau mengangkat sebuah benda mengakibatkan gerakan. Angin menimbulkan gerakan terhadap kapal laut. Hal mendasar tentang gerakan gangguan adalah disebabkan oleh penyebab

luar dan diberikan kepada benda. Benda bergerak bukan karena dirinya, tetapi karena didorong atau ditarik.

Kemudian muncul teori Copernicus, tentang pergerakan bumi mengelilingi matahari, dan dilanjutkan oleh penelitian Galileo. Hipotesis benda jatuh Aristoteles dengan mudah digugurkan oleh Galileo. Ia melakukan percobaan dengan menjatuhkan benda dengan beragam berat dari puncak menara miring di Pisa dan membandingkan waktu jatuhnya. Berlawanan dengan Aristoteles, ia menemukan batu yang beratnya dua kali lipat dibanding batu yang lain tidak jatuh lebih cepat dua kali lipat. Kecuali akibat gaya gesek dengan udara. Galileo kemudian menemukan bahwa benda dengan berat beragam, ketika dilepaskan pada waktu yang bersamaan, jatuh bersama dan menyentuh tanah pada waktu yang bersamaan. Dari teori-teori tentang gerak inilah akhirnya memunculkan kemungkinan Newton untuk menjelaskan tentang pergerakan alam semesta berdasarkan fisika klasik.

Dalam perkembangannya gerak dibedakan menjadi dua, yaitu kinematika dan dinamika. Kinematika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana gerak dapat terjadi tanpa memperdulikan penyebab terjadinya gerak tersebut.

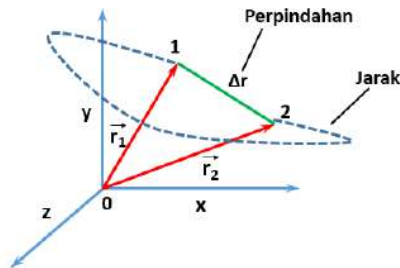
Kinematika mempelajari gerak sebagai fungsi waktu. Kinematika bisa dibagi menurut dimensi ruang gerak itu terjadi:

- Kinematika 1 Dimensi Gerak yang terjadi hanya pada satu dimensi saja contohnya Gerak Lurus (GLB dan GLBB).
- Kinematika 2 Dimensi Gerak yang terjadi pada dua dimensi contohnya Gerak Melingkar dan Gerak Parabola.
- Kinematika 3 Dimensi Gerak yang terjadi pada tiga dimensi contohnya gerak acak molekul dalam ruangan.

A. Jarak Dan Perpindahan

Saat suatu benda bergerak maka benda tersebut akan mengalami perubahan posisi, dari perubahan posisi ada konsep lain yang bisa kita pelajari yaitu jarak dan perpindahan.

Jarak adalah besaran skalar yang menandakan panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu benda. Sedangkan Perpindahan adalah besaran vektor yang menandakan besar dan arah perubahan posisi benda dari posisi awal ke posisi akhir.



Dalam bentuk matematis **Perpindahan** dapat ditulis dengan persamaan:

$$\Delta \vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

Jadi untuk vektor perpindahan benda adalah posisi akhir dikurangi posisi awal. Perpindahan benda tidak tergantung dari panjang lintasan, tetapi ditarik lurus dari posisi awal ke posisi akhir.

B. Kecepatan Dan Percepatan

Kecepatan adalah suatu besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat suatu benda dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Besaran vektor pada kecepatan disebut juga dengan kelajuan. Di dalam ilmu fisika kelajuan dinyatakan dalam satuan meter persekon (m/s) atau ms^{-1} .

Percepatan adalah perubahan kecepatan pada suatu benda yang terjadi pada satuan waktu tertentu. Di dalam bahasa Inggris percepatan disebut dengan akselerasi. Adanya percepatan pada suatu objek atau benda dapat disebabkan oleh adanya gaya yang bekerja pada suatu objek atau benda tersebut. Sehingga dapat diketahui bahwa benda yang dikenai oleh gaya maka akan terjadi percepatan.

Rumus Kecepatan dan Percepatan adalah sebagai berikut:

Rumus Kecepatan :

$$v = \frac{\text{jarak tempuh (perpindahan)} \quad \Delta s}{\text{waktu tempuh} \quad \Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

v = kecepatan rata-rata (m/s)

Δs = perpindahan (m)

Δt = selang waktu (s)

Rumus Percepatan :

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$A = \Delta V / \Delta T$$

Keterangan:

A = Percepatan

ΔV = perubahan kecepatan

ΔT = perubahan waktu

Kecepatan Sesaat

Pernahkah anda melihat rambu lalu lintas menuliskan simbol kecepatan maksimal 72 km/j? Rambu tersebut menyimbolkan bahwa kecepatan mengendarai di area tersebut tidak boleh lebih dari 72 km/j yang bisa dilihat dari speedometer yang sudah dilengkapi di setiap kendaraan. Speedometer tidaklah mengukur kecepatan sebuah kendaraan melainkan kecepatan sesaat dari sebuah kendaraan dengan interval waktu t mendekati 0.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta x}$$

Kecepatan sesaat ini bisa didapatkan dari turunan pertama jarak terhadap waktu atau $v_{(t)} = ds/dt$ atau dapat dituliskan sebagai berikut

$$s_{(t)}' = v_{(t)} = ((at^2 + bt + c) i + (pt^2 + rt + r) j + (xt^2 + yt + z) k) dt.$$

C. Gerak Lurus Beraturan

Magnitude kecepatan sesaat sebuah benda akan selalu sama dengan kelajuan sebuah benda. Jika besar kecepatan ini bisa dipertahankan untuk waktu yang cukup lama maka akan didapatkan kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan dan

kelajuan dari benda itu sendiri. Gerak ini selanjutnya disebut sebagai **Gerak lurus beraturan**.

Gerak lurus beraturan adalah gerak yang partikel dengan kecepatan konstan pada lintasan yang lurus. Gerak ini adalah gerak dimana tidak ada perubahan kecepatan di dalamnya, hasilnya kelajuan, kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat dari GLB akan sama dengan kecepatannya.

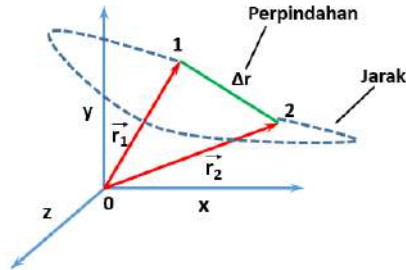
GLB itu sendiri adalah sebuah fenomena yang sulit didapatkan secara alami di alam. Oleh karena itu untuk mengamati gerak ini harus dilakukan pemodelan dalam laboratorium.

Misalnya saja, ketika kita mengendarai motor dari kabupaten A ke B yang jaraknya 60 km. Jika mobil diupayakan bergerak dengan kecepatan rata-rata 60 km/h, maka seharusnya kita akan sampai dalam waktu 1 jam, namun faktanya tentu saja tidak demikian.

Sebuah mobil yang melaju di jalan tol yang lurus dengan kecepatan yang tertera pada speedometer sebesar 50 km/h tidaklah bergerak secara real 50 km/h. Hal ini disebabkan oleh unsur manusia dalam menekan pedal gas yang sangat dinamis, kondisi udara yang menghambat bentuk aerodinamis mobil, gurat ban dan masih banyak lagi.

Gerak Lurus Beraturan bisanya dapat ditemukan pada partikel-partikel kecil dalam praktikum di Laboratorium fisika seperti gerak ticker timer bermesin atau tetes minyak milikan.

Sebuah partikel yang melakukan GLB akan memiliki persamaan gerak yang linier sehingga dapat digambarkan dalam grafik s terhadap t .



Gradien dari grafik tersebut tidak lain adalah besar kecepatan dari GLB. Dengan demikian maka besa nilai v adalah :

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

Percepatan adalah sebuah perubahan kecepatan dari sebuah partikel atau benda yang bergerak. Misalnya pada saat lampu mulai merah di jalan, seorang yang menarik tuas gas motornya, mula-mula diam kemudian mendapatkan perubahan kecepatan sampai akhirnya motor bisa melaju hingga kencang.

Percepatan ini adalah faktor yang menentukan seberapa besar perubahan kecepatan yang dapat dialami oleh sebuah benda yang bergerak. Percepatan rata-rata dapat didefinisikan sebagai besar perubahan kecepatan terhadap waktu, namun hanya ditinjau dari dua keadaan saja, yakni keadaan awal dan keadaan akhir.

$$\text{percepatan rata - rata} = \frac{\text{Perubahan Kecepatan}}{\text{waktu}}$$

Persamaan ini kemudian dapat dituliskan dengan simbol kecepatan rata yakni :

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

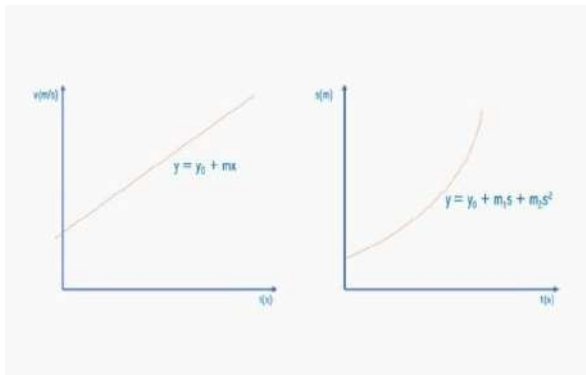
Dengan demikian dapat disimpulkan jika, percepatan merupakan turunan ke dua dari fungsi jarak d^2s/dt^2 dan turunan pertama dari kecepatan dv/dt . Perubahan kecepatan terbagi ke dalam dua jenis yakni dipercepat dengan nilai a yang positif dan diperlambat dengan a bernilai negatif.

Sebuah benda yang jatuh dari ketinggian tertentu akan mengalami gerak jatuh bebas yang tidak lain adalah gerak dipercepat. Faktor perubahan kecepatan bernilai g yang setara dengan $9,8 \text{ m/s}^2$ sampai dengan 10 m/s^2 , bergantung dari posisi dan kedudukan relatif benda tersebut terhadap permukaan bumi dan garis ekuator.

Percepatan sesaat (a) adalah besar perubahan kecepatan rata-rata dengan interval waktu yang sangat dekat atau dengan limit t mendekati 0. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

Jika data kecepatan dan posisi dari benda yang bergerak dengan percepatan sesaat yang tetap, dalam dilihat pada grafik di bawah.



D. Speed, Akselerasi Dan Velocity

Kelajuan adalah besaran skalar. Kelajuan pun dapat didefinisikan sebagai perubahan jarak sebagai fungsi waktu. Sama seperti kecepatan, kelajuan dapat dibedakan menjadi kelajuan sesaat dan kelajuan rata-rata.

Rumus kelajuan sesaat adalah :

$$\text{speed} = \frac{\text{distance}}{\text{time}}$$

Speed adalah kelajuan distance adalah jarak yang ditempuh time adalah waktu pada saat tertentu Rumus kelajuan rata-rata adalah :

$$\overline{\text{speed}} = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

sama seperti kelajuan sesaat hanya delta t merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut.

Definisi akselerasi adalah sedikit berbeda dari kecepatan dan kecepatan. Kita dapat dengan mudah menentukan percepatan sebagai "perubahan kecepatan". Ketika Anda mengerti dari definisi harus ada perubahan dalam kecepatan objek. Perubahan ini bisa dalam besaran (kecepatan) dari kecepatan atau arah kecepatan. Dalam kehidupan sehari-hari kita menggunakan istilah percepatan untuk mempercepat objek dan melambat untuk objek melambat. Saya ingin Anda untuk fokus pada di sini! Dalam fisika kita menggunakan konsep percepatan sedikit berbeda dari penggunaan kehidupan sehari-hari. Jika ada perubahan dalam kecepatan apakah itu melambat atau mempercepat, atau mengubah arahnya kita katakan objek

yang mempercepat. Representasi matematis percepatan diberikan di bawah ini. "A" adalah percepatan, "v" adalah kecepatan dan "t" adalah waktu. rumus akselerasi dalam fisika : perubahan pada velocity/waktu (velocity dibagi waktu). Pada gambar yang diberikan di bawah Anda melihat bahwa mobil bergerak di jalur melengkung. Sementara itu bepergian arahnya berubah dengan jalan. Namun, kita tidak dapat mengamati jika ada perubahan dalam kecepatan atau tidak.



Jawaban dari pertanyaan adalah ya. Dalam definisi percepatan kita telah mengatakan bahwa untuk memiliki akselerasi harus ada perubahan dalam besarnya atau arah kecepatan. Dalam contoh ini kita melihat bahwa arah mobil juga kecepatan berubah dengan waktu. Dengan demikian, tentu saja kita dapat mengatakan bahwa mobil ini adalah mempercepat.

E. Gerak Jatuh Bebas Dan Melingkar

Gerak jatuh bebas atau biasa disingkat GJB adalah gerak yang hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi Bumi. Artinya, gaya-gaya lain bisa diabaikan.

Syarat utama suatu benda mengalami gerak jatuh bebas adalah kecepatan awal benda sama dengan nol atau benda bergerak tanpa kecepatan awal.

Gerak jatuh bebas merupakan contoh gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Jika diperhatikan, arah gerak jatuh bebas selalu searah dengan percepatan gravitasi Bumi. Oleh karena itu, gerak jatuh bebas termasuk GLBB dipercepat. Syarat gerak jatuh bebas, yaitu kecepatan awalnya sama dengan nol. Secara matematis, hubungan antara rumus GLBB dan syarat GJB didapatkan persamaan berikut.

$$v = v_0 + at$$

Jika kecepatan awalnya (v_0) sama dengan nol, maka:

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &= 0 + at \\ &= at \dots (1) \end{aligned}$$

Ingat kembali persamaan jarak pada GLBB, yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} s &= v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ &= 0 + \frac{1}{2} at^2 \\ &= \frac{1}{2} at^2 \dots (2) \end{aligned}$$

Oleh karena gerak jatuh bebas memiliki arah vertikal, maka simbol jarak (s) bisa diganti dengan ketinggian (h) dan percepatan a bisa diganti dengan g . Dengan demikian, persamaan (1) dan (2) menjadi seperti berikut.

$$v = gt$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v = g\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\right)$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

Kecepatan akhir benda yang mengalami gerak jatuh bebas dipengaruhi oleh ketinggian dan percepatan gravitasi.

Berikut ini merupakan penerapan gerak jatuh bebas dalam kehidupan sehari-hari.

1. Mengukur Ketinggian Bangunan

Untuk mengukur ketinggian bangunan, kamu tidak perlu menggunakan meteran seperti halnya kamu mengukur panjangnya kayu. Cobalah untuk melemparkan batu atau benda lain dari puncak bangunan tersebut. Lalu, hitung lama benda untuk sampai ke tanah. Setelah waktunya diketahui, kamu bisa masukkan besaran waktu tersebut pada persamaan ketinggian (h) gerak jatuh bebas. Mudah, kan?

2. Mengukur Kedalaman Kolam

Jika kamu ingin tahu kedalaman kolam tetapi tidak memiliki meteran untuk mengukurnya, coba gunakan prinsip gerak jatuh bebas. Lemparkan batu dari permukaan kolam dan catat waktu yang diperlukan batu untuk mencapai dasar. Nah, teori ini akan berhasil jika kolam dalam keadaan kosong, ya. Artinya, belum terisi oleh air.

F. Ringkasan Materi

Kinematika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana gerak dapat terjadi tanpa memperdulikan penyebab terjadinya gerak tersebut.

Jarak adalah besaran skalar yang menandakan panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu benda.

Perpindahan adalah besaran vektor yang menandakan besar dan arah perubahan posisi benda dari posisi awal ke posisi akhir. Dengan rumus :

$$\Delta \vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

Kecepatan memiliki makna sebagai perubahan posisi terhadap waktu dengan rumus :

$$\text{Kecepatan } (v) = \frac{\text{Perubahan Posisi (s)}}{\text{waktu (t)}}$$

Percepatan adalah sebuah perubahan kecepatan dari sebuah partikel atau benda yang bergerak. Dengan rumus :

$$\text{percepatan rata - rata} = \frac{\text{Perubahan Kecepatan}}{\text{waktu}}$$

Kelajuan adalah besaran skalar. Kelajuan pun dapat didefinisikan sebagai perubahan jarak sebagai fungsi waktu. Sama seperti kecepatan, kelajuan dapat dibedakan menjadi kelajuan sesaat dan kelajuan rata-rata. Rumus kelajuan sesaat adalah :

$$\text{speed} = \frac{\text{distance}}{\text{time}}$$

Gerak jatuh bebas merupakan contoh gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Jika diperhatikan, arah gerak jatuh bebas selalu searah dengan percepatan gravitasi Bumi. Oleh karena itu, gerak jatuh bebas termasuk GLBB dipercepat. Syarat gerak jatuh bebas, yaitu kecepatan awalnya sama dengan nol. Secara matematis, hubungan antara rumus GLBB dan syarat GJB didapatkan persamaan berikut.

$$v = v_0 + at$$

Daftar Pustaka

- Ardiyanto, H., & Widiyanto. (2019). Prinsip-Prinsip Biomekanika Kualitatif: Upaya Menjembatani Teori dan Aplikasi dalam Sport Science. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 9(2), 54–62.
- Abdurrahmat, A. S. (2011). Analisis Biomekanik Pukulan Forehand pada Olahraga Tenis. *Jurnal Health & Sport*, 2(2), 127-198
- Aziz, Abdul dan Bambang Kridasuwarso. 2014. *Biomekanika Olahraga. Surabaya: CV Jakad Media Publishing*
- Bambang Muladi dan Aditya Wiratama NS. 1996. *Karate Untuk Pemula*. Pekalongan: CV Gunung Mas
- Belka, David., (1994). *Teaching children Games: Becoming a Master teacher*. Illinois: Human kinetics, Champaign.
- Cicchella A, Caminiti C, (2015), Effect of different spotting heights on ballet pirouette performance, *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis* 2015(21): 19-30
- Costa M.S. da S., Ferreira A. de Sá, Felicio L.R, 2013, Static and dynamic balance in ballet dancers: a literature review, *Fisioter Pesq.* 20(3): 292-298
- Daprati E, Iosa M, Haggard P, (2009), A dance to the music of time: aesthetically-relevant changes in body posture in performing art, *Plos One* 4(3): 1-11
- David Halliday dan Robert Resnick. 1987. *Fisika*. Jakarta: Erlangga

Gallahue, David L., (1982). *Developmental Movement Experiences for Children*. New York: John Wiley & Sons.

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika*. Jakarta: Erlangga

Graham, G., (1992). *Teaching Children Physical Education: Becoming a Master Teacher*. Illinois: Human Kinetics, Champaign.

Hidayat, Imam (1999), *Biomekanika*, Bandung: FPOK-IKIP Bandung

Ismayarti. (2006). *Tes dan Pengukuran Olahraga*. Surakarta: LPP dan UNS Press.

Iskandar. (2013). Analisis Gerakan Passing Bawah Dalam Permainan Bola Voli Berdasarkan Konsep Biomekanika. *Pendidikan Olahraga*, 2(2), 152.

James. G. Hay (1985), *The Biomechanic of Sport Techniques*, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.

Kurniawan, F. (2015). Analisis Secara Biomekanika Terhadap Kecepatan Kesalahan Pada Teknik Gerak Serang Dalam Pertandingan Anggar (Kajian Spesifikasi Senjata Floret). *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(1), 73–90.

Mahmuddin dan David Siahaan. 2020. *Dasar-Dasar Biomekanika Olahraga*. Jakarta: Yayasan Kita Menulis

Meidina, W. I., Supardi, & Bama, A. A. (2019). Dark matter

hypothesis to maintain theory of gravity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1282/1/012042>

Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. Surakarta:

Nuriyah, R., Yuliati, L., & Supriyana, E. (2017). Eksplorasi penguasaan konsep hukum newton siswa. *Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 2(2016), 264–270.

Sari, Ayu Lingga Ratna, Parno Parno, and Ahmad Taufiq. “Pemahaman Konsep Dan Kesulitan Siswa SMA Pada Materi Hukum Newton.” *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 3, no. 10 (2018): 1323–30.

Septiana, L., Widiyanto, W., & Wali, C. N. (2020). Analisis Gerak Teknik dan Performa Memanah Nomor 70 Meter Recurve Atlet PPLP Panahan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 10(2),

Sonic, 2008. Sistem Gerak Vertebrata. www.blogspot.com. Diakses pada tanggal 4 April 2022

Sukmaningtyas, H. (2002). Pengaruh Latihan Aerobik dan Anaerobik Terhadap Sistem Kardiovaskuler dan Kecepatan Reaksi. eprints.undip.

Utama, Jaka P dan Umar. 2018. *Biomekanika Olahraga*. Padang: Suka Bina Press

- Ville dkk. 1984. Zoologi Umum. PT Gelora Aksara Pratama. Jakarta.
- Wibowo, H. N. S. N. S. (2015). *Partisipasi Siswa Dalam Mengikuti Kegiatan Ekstrakurikuler Bulutangkis Di Sd Negeri 3 Bojanegara Kabupaten Banjarnegara*.
- Yolanda, Firna, Akmam, and Silvi Yulia Sari. “Penggunaan Handout Bermuatan Kecerdasan Komprehensif Pada Model Generative Learning Dalam Pembelajaran Hukum Newton Siswa Kelas X Di SMAN 5 Padang Mahasiswa Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang 2.” *Physics Education* 13, no. 1 (2020): 25–32



Penerbit:
Tangguh Denara Jaya
Anggota IKAPI: 006/NTT/2022
Jl. Timor Raya No. 130B, Kupang, NTT