

APLIKASI BIOMEKANIK DAN PENERAPAN RUMUS-RUMUS DALAM AKTIVITAS OLAHRAGA.

Andarias Ginting
Dewi Endriani

Abstrak

Tuntutan sekarang ini bahwa orang yang berkecimpung dalam dunia olahraga khususnya akdemisi, harus memiliki kemampuan berhitung dan penerapan rumus-rumus yang dibutuhkan dalam memajukan olahraga itu sendiri seperti disiplin ilmu Biomekanika. Biomekanika merupakan ilmu pengetahuan yang menerapkan hukum-hukum mekanika terhadap struktur hidup, terutama sistem lokomotor (seluruh tubuh bergerak dengan tenaganya sendiri dan umumnya dibantu oleh gaya beratnya) dari tubuh manusia. Hingga saat sekarang ini seharusnya seseorang yang telah menyandang prediket sebagai atlet, guru, pelatih olahraga dengan sendirinya harus melakukan pendekatan yang ilmiah terhadap gerakan tubuh manusia. Sehingga dengan demikian kita akan mengubah cara berpikir dogmatis menjadi suatu ilmu pengetahuan yang ilmiah. Sehingga dengan ilmu pengetahuan biomekanika kita akan membiasakan diri untuk melakukan kegiatan fisik dengan cara yang efisien baik saat berlari, melempar, melompat, memukul, menendang dan segala aktivitas olahraga lainnya. Dalam ilmu biomekanika membahas tentang titik berat, kesetimbangan, gerak, gaya (force), kekuatan, kecepatan, dan lain sebagainya hingga pada penerapan rumus-rumus mekanika yang berisi tentang Gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Kata kunci : Biomekanika, GLB, GLBB.

A. PENDAHULUAN

Berhitung adalah suatu pekerjaan yang mungkin menakutkan bagi kebanyakan orang apalagi dihadapkan dengan berbagai penerapan rumus-rumus yang kelihatannya rumit, apalagi bagi orang yang memang notaben bukan orang eksakta (IPA). Orang-orang yang berkecimpung dalam dunia olahraga khususnya guru pendidikan jasmani/olahraga, mereka tergolong dalam ilmu sosial (IPS) karena dipersiapkan untuk menjadi tenaga pendidik di sekolah dan biasanya mengandalkan pengalaman diri sendiri dan pengalaman orang lain dalam penerapannya (mendidik), sehingga mengalami kesulitan dalam hal berhitung karena tidak terbiasa dalam penerapan rumus-rumus tersebut. Mereka mengalami keadaan tersebut hanya pada saat penyusunan skripsi. Yang menjadi alasan klasik pada mereka karena selalu berinterksi di lapangan untuk melakukan berbagai aktifitas yang lebih banyak menggunakan fisik, namun tidak disadari pada waktu itu, bahwa kegiatan olahraga/fisik tersebut membutuhkan disiplin-disiplin ilmu yang lain seperti biomekanik,

sehingga dalam perkembangannya olahraga itu telah menjadi suatu ilmu murni (eksakta) yang disebut dengan ilmu keolahragaan (IKOR). Dalam memajukan dan meningkatkan prestasi olahraga kita harus menerapkan ilmu-ilmu yang berkaitan dengan sistem lokomotor dari tubuh manusia, juga yang berkaitan dengan gaya gravitasi, jarak, kecepatan dan percepatan suatu benda. Aplikasi ilmu biomekanik dalam setiap aktivitas olahraga belum tersentuh secara maksimal karena sumber daya manusia di bidang tersebut sangat terbatas, oleh sebab itu pada tulisan ini mencoba memberikan stimulus bagi yang lain untuk dapat memberikan perhatian yang lebih pada penerapan biomekanik dan penerapannya pada setiap aktivitas olahraga.

B. PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini di prioritaskan pada penerapan rumus-rumus GLB dan GLBB dalam penerapannya pada aktivitas olahraga.

PENERAPAN IPTEKS

Rumus umum GLB :

$$V_t = V_0$$

Rumus umum GLBB :

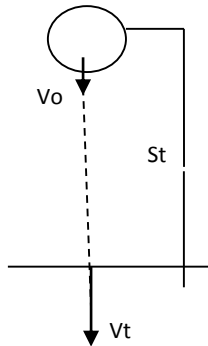
$$V_t = V_0 \pm at$$

$$S_t = V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} at^2$$

1. GERAK JATUH

Benda yang jatuh kebawah dipengaruhi oleh gaya tarik bumi, dimana kecepatannya makin lama makin besar. Oleh karena itu dipergunakan rumus GLBB. Kalau benda itu mula-mula dipegang (diam) kemudian dilepaskan dan oleh karenanya jatuh, berarti $V_0 = 0$ (kecepatan awalnya = 0). Demikian juga dengan seorang peloncat indah nomor menara. Atlet menjatuhkan diri dari atas

(menara) kebawah, dimana kecepatan awalnya = 0. Bila benda di lemparkan ke bawah, berarti saat lepas dari tangan benda tersebut memiliki kecepatan awal, jadi V_0 tidak sama dengan 0. Contoh :
Soal : 1 a
Bola dijatuhkan dari atas, setelah $2 \frac{1}{2}$ detik bola jatuh sampai di lantai
Ditanyakan : 1. Berapa jarak dari saat dijatuhkan sampai ke lantai. 2. Berapa kecepatan bola saat menyentuh lantai ?



t = Waktu (detik)
 $a = g$ = Gravitasi (m/dt^2)
 V_0 = Kecepatan awal (m/dt)

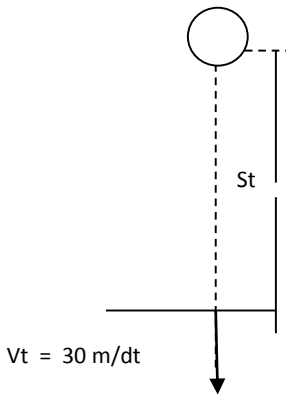
Penyelesaian :
 Dik : $t = 2 \frac{1}{2}$ detik
 $a = g = 10 \text{ m/det}^2$
 $V_0 = 0$
 Dit : V_t dan S_t

Gambar 1a. Gerak jatuh bola

Jawaban :
 Rumus yang digunakan : $V_t = V_0 + gt$ Karena
 $V_0 = 0$, maka, $V_t = gt$
 $S_t = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 . Karena $V_0 = 0$, maka, $S_t = \frac{1}{2} at^2$.
 Maka :
 $V_t = gt$. $V_t = 10 \times 2 \frac{1}{2} = 25 \text{ m/det}$
 $S_t = \frac{1}{2} at^2$. $S_t = \frac{1}{2} \times 10 \times (2 \frac{1}{2})^2$. $S_t = 5 \times 6,25 = 31,25 \text{ m}$

Jadi : Jarak dari saat dijatuhkan sampai kelantai adalah = 31,25 m
 Kecepatan bola saat dijatuhkan hingga sampai di lantai = 25 m/dt
 Soal : 1.b.
 Bola dijatuhkan dan saat menyentuh lantai kecepatannya 30 m/dt.
 Ditanyakan: 1. Berapa detik diperlukan bola sampai di lantai ?

2. Berapa ketinggian/jaraknya?



Penyelesaian :

Dik : $V_t = 30 \text{ m/dt}$

$V_o = 0$

$g = 10 \text{ m/dt}^2$

Dit : t dan St

Jawaban :

Rumus yang digunakan :

$V_t = gt$. Sedangkan $St = \frac{1}{2} gt^2$

$30 = 10 \times t$ $St = \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2$

$10 \times t = 30$ $St = 5 \times 9$

$t = 30/10 = 3 \text{ detik}$ $St = 45 \text{ meter}$

Gambar. 1b. Gerak bola jatuh

Jadi : Waktu yang dibutuhkan sampai kelantai adalah = 3 detik

Jarak saat dijatuhkan hingga sampai di lantai = 45 meter

2. LEMPARAN TEGAK LURUS

Bola yang dilemparkan tegak lurus keatas, saat bola lepas dari tangan mempunyai kecepatan awal yaitu V_o . Kecepatan ini makin lama makin berkurang (gerak diperlambat ; $g = \text{negative}$). Saat bola mencapai titik tertinggi, bola berhenti artinya kecepatan (V_t) = 0. Dan bola akan jatuh kembali ke lantai/tanah.

Catatan : bila bola dilemparkan ke atas kemudian jatuh kembali, maka :

1. Saat ke atas dan turun kembali waktunya (t) sama.
2. Kecepatan awal saat naik ke atas sama besarnya dengan kecepatan saat bola mencapai tanah ($V_o = V_t$)

Rumus yang digunakan

$$V_t = V_o - gt$$

$$0 = V_o - gt$$

Contoh soal . 2a.

Bola dilemparkan tegak lurus ke atas dengan kecepatan awal 25 m/dt

Ditanya : 1. Setelah berapa detik bola mencapai titik tertinggi. 2. Berapa jarak tertinggi bola tersebut.

Penyelesaian:

$V_t = 0$

Dik ; $V_o = 25 \text{ m/dt}$

$g = 10 \text{ m/dt}^2$

Dit : t dan St

Jawaban :

1. $V_t = V_o - gt$ dan 2. $St = V_o t - \frac{1}{2} at^2$

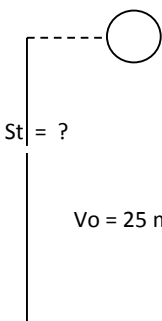
$0 = V_o - gt$ $St = (25 \times 2,5) - \frac{1}{2} \times 10 \times (2,5)^2$

$V_o = gt$ $St = 62,5 - 5 \times 6,25$

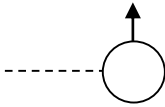
$25 = 10.t$

$St = 62,5 - 31,25 = 31,25 \text{ m}$

$V_o = 25 \text{ m/dt}$ $t = 25/10 = 2,5 \text{ detik}$



PENERAPAN IPTEKS



Jadi : Waktu yang dibutuhkan sampai kelantai = 2,5 detik
 Jarak tertinggi bola = 31,25 meter

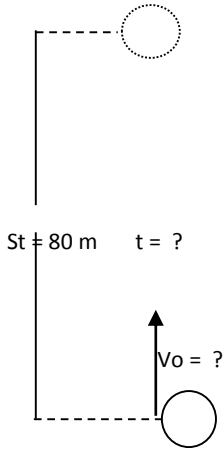
Gambar. 2a. Lemparan bola tegak lurus

Contoh soal 2b.

Bola dilempar tegak lurus ke atas dan mencapai titik ketinggiannya pada jarak 80 m

Ditanyakan : 1. Berapa kecepatan awalnya.

2. Berapa detik diperlukan untuk mencapai titik tertingginya



Penyelesaian :

Dik : $St = 80 \text{ m}$

$$g = 10 \text{ m/dt}^2$$

Dit ; Vo dan t

Jawaban ;

$$Vo = gt$$

$$Vo = 10.t$$

$$St = Vot - \frac{1}{2} gt^2$$

$$80 = 10 \times t \times t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$80 = 10t^2 - 5t^2$$

$$80 = 5t^2$$

$$5t^2 = 80$$

$$t^2 = 80/5. t = \sqrt{16} = 4 \text{ detik}$$

$$Vo = 10.t$$

$$Vo = 10.4 = 40 \text{ m/dt}$$

Gambar 2b. Lemparan bola tegak lurus

Jadi : Kecepatan awal bola tersebut = 40 m/dt

Waktu yang dibutuhkan mencapai titik tertinggi = 4 detik

3. LEMPARAN MENDATAR (HORIZONTAL)

Bola yang di lempar mendatar lintasannya tidak selamanya mendatar akan tetapi melengkung ke bawah yang disebabkan oleh gaya tarik bumi (g). Jadi dari dua buah gaya, yaitu Vo dan g , bola menempuh jarak mendatar (horizontal) Sx dan jarak tegak (vertical) Sy .

Pada garis horizontal (koordinat x), kecepatan gerakanya tetap (hambatan angin diabaikan).

Rumus pada ordinat x adalah :

$$Vx = Vo$$

Pada garis vertical (koordinat y) tidak ada kecepatan awal (= gerak jatuh) tetapi gerakannya ada percepatan (g).

Rumus pada ordinat y

$$Vy = gt$$

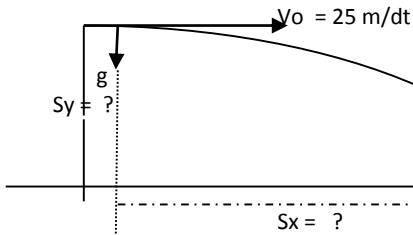
$$Sy = \frac{1}{2} gt^2$$

Contoh soal 3a.

Bola dilempar mendatar dengan kecepatan awal 25 m/dt

PENERAPAN IPTEKS

Ditanya ; Setelah 3 detik bola jatuh dimana (berapa S_x dan S_y) dan berapa kecepataannya saat menyentuh lantai.



t = Waktu (detik)
$a = g$ = Gravitasi (m/dt^2)
V_0 = Kecepatan awal (m/dt)
V_x = Kecepatan horizontal
dari sampai ke lantai (m/dt)

Gambar. 3a. Lemparan bola mendatar

Penyelesaian ;

Dik : $V_0 = 25 \text{ m/dt}$

$t = 3 \text{ dt}$

$g = 10 \text{ m/dt}^2$

Dit : S_x, V_x dan S_y, V_y

Jawaban :

Pada koordinat x, yaitu : $S_x = V_0 \cdot t = 25 \cdot 3 = 75 \text{ m}$

$V_x = V_0 = 25 \text{ m/dt}$

Pada koordinat y, yaitu : $S_y = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2 = 5 \times 9 = 45 \text{ m}$

$V_y = g t = 10 \times 3 = 30 \text{ m/dt}$

Jadi : Jarak mendatarnya = 75 m

Waktu yang dibutuhkan = 25 m/dt

Jarak verticalnya = 45 m/dt

Waktu yang dibutuhkan mencapai jarak = 30 m/dt

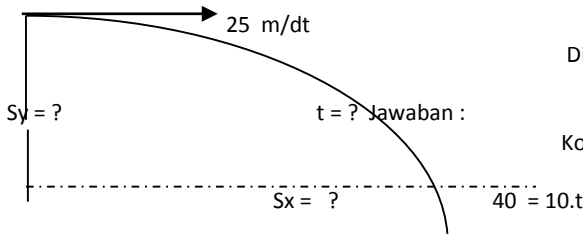
Contoh soal 3b.

Bola dilempar mendatar dengan kecepatan awal $V_0 = 25 \text{ m/dt}$. Saat menyentuh lantai kecepatan tegak lurus kebawah (V_y) = 40 m/dt

Ditanya : 1. Berapa lama bola menyentuh lantai. 2. Berapa ketinggiannya dari lantai dan. 3. Berapa jarak mendatarnya ?.

Penyelesaian :

PENERAPAN IPTEKS



Dik ; $V_o = V_x = 25 \text{ m/dt}$
 $V_y = 40 \text{ m/dt}$
 $g = 10 \text{ m/dt}^2$
 Dit : t, S_y dan S_x

Koordinat, y ;
 $V_y = gt$
 $t = 40/10 = 4 \text{ detik}$

Gambar. 3b. Lemparan bola mendarat

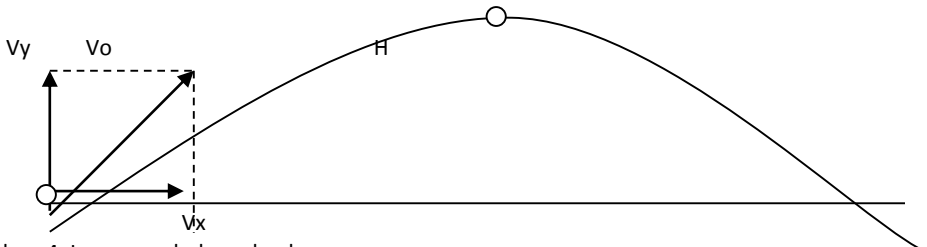
$S_y = \frac{1}{2} gt^2$
 $= \frac{1}{2} \times 10 \times (4)^2 = 5 \times 16 = 80 \text{ m}$
 Koordinat, x ;
 $S_x = V_x.t = 25 \times 4 = 100 \text{ meter}$

Jadi : Waktu bola tersebut menyentuh lantai = 4 detik
 Jarak dari lantai = 80 meter
 Jarak mendatar = 100 meter

4. LEMPARAN MELAMBUNG

Lemparan melambung terjadi bilamana kita melempar dengan kecepatan yang

arahnya membuat sudut elevasi terhadap garis horizontal. Lintasannya membentuk parabola dan gerakannya disebut gerak peluru atau gerak proyektil .



Gambar. 4. Lemparan bola melambung

Pada benda tersebut sebenarnya bekerja dua buah gaya yaitu V_x bekerja pada koordinat X dan V_y bekerja pada koordinat Y

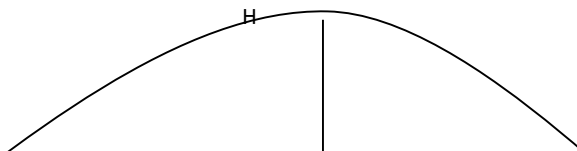
Pada koordinat X : kecepatan konstan (tetap), jadi ;
 $V_t = V_o \longrightarrow V_x = V_o \cos \alpha$ dan setiap saat tetap

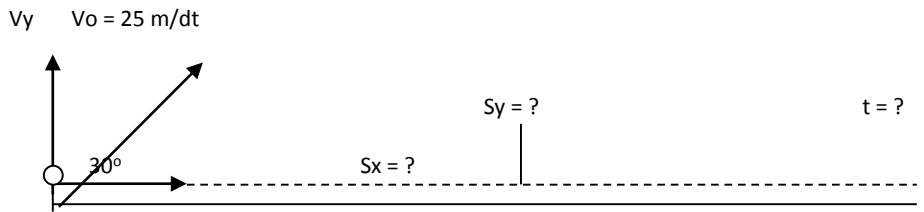
Contoh soal 4a.

Bola dilempar dengan kecepatan 25 m/dt dan dengan sudut elevasi 30° (terhadap garis horizontal)

Ditanya :

1. Setelah berapa detik bola mencapai tanah,
2. Berapa ketinggian dan
3. Dimana jatuhnya





Gambar. 4a. Lemparan bola melambung

Penyelesaian

Dik ; $V_0 = 25 \text{ m/dt}$
 $g = 10 \text{ m/dt}^2$

$\sin 30^\circ = 0,5$

$\cos 30^\circ = 0,866$

Dit ; t, S_y dan S_x

Jawaban :

Pada koordinat Y ; $V_y = V_0 \sin \alpha - gt$

$$V_y = 25 \sin 30^\circ - 10t$$

$$0 = 25 \times 0,5 - 10t$$

$$10t = 12,5$$

$$t = 12,5/10 = 1,25 \text{ detik}$$

atau pakai rumus ;

Untuk mencapai titik H (ttk puncak)

Untuk mencapai tanah kembali setelah mencapai titik puncak (H) adalah

$2t = 2 \times 1,25 = 2,5 \text{ detik}$

Hal ini berdasarkan pernyataan sebelumnya yaitu benda yang dilemparkan keatas setelah mencapai titik puncak akan jatuh kembali dengan waktu yang sama.

Ketinggian H $\longrightarrow S_y = V_0 \sin 30^\circ \times t - \frac{1}{2} gt^2$

$$= 25 \times 0,5 \times 1,25 - \frac{1}{2} \times 10 \times (1,25)^2$$

$$= 15,625 - 5 \times 1,563$$

$$= 15,625 - 7,815 = 7,81 \text{ meter}$$

Jarak $S_x \longrightarrow S_x = V_0 \cos 30^\circ \times 2t$

$$= 25 \times 0,866 \times 2,5 = 54,13 \text{ meter}$$

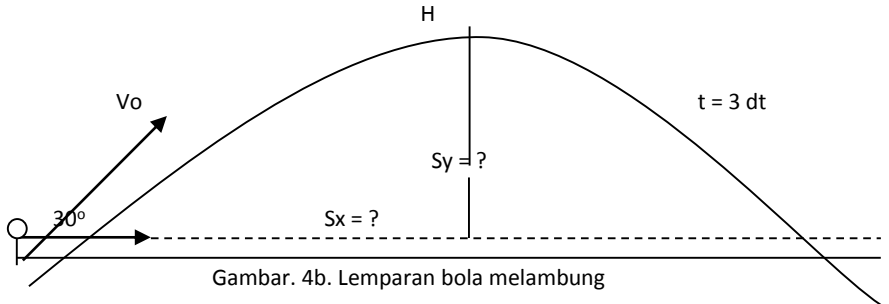
Jadi : Waktu bola mencapai tanah = 2,5 m/dt
 Jarak titik tertinggi (H) = 7,81 meter
 Jarak mendatar jatuhnya bola = 54,13 meter

Contoh soal 4b.

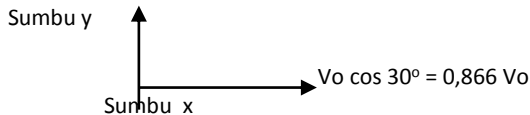
PENERAPAN IPTEKS

Bola dilemparkan dengan sudut elevansi sebesar 30° . setelah 3 detik bola jatuh pada dataran yang sama tingginya

Ditanyakan : 1. Berapakan kecepatan awalnya ?. 2. Berapa jarak mendatarnya ?. 3. Berapa titik tertingginya ?.



Catatan : $V_o \sin 30^\circ = \frac{1}{2} V_o$



Penyelesaian :

Dik ; $t = 3$ detik
 $g = 10 \text{ m/dt}^2$

$$V_o \sin 30^\circ = \frac{1}{2} V_o$$

$$V_o \cos 30^\circ = 0,866 V_o$$

Dit ; V_o , S_x dan S_y (H)

Jawaban ;

Pada koordinat Y

$$V_t = \frac{1}{2} V_o - gt \quad S_y = \frac{1}{2} V_o \cdot t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$0 = \frac{1}{2} V_o - 10 \times 3 \quad = \frac{1}{2} \times 60 \times 3 - \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2$$

$$0 = \frac{1}{2} V_o - 30 \quad = 90 - 5 \times 9$$

$$\frac{1}{2} V_o = 30 \quad = 90 - 45 = 45 \text{ meter}$$

$$V_o = 30 / 0,5 = 60 \text{ m/dt}$$

Pada koordinat X

$$V_t = 0,86 V_o \quad S_x = 0,86 V_o \cdot t$$

$$= 0,86 \times 60 \quad = 0,86 \times 60 \times 3$$

$$= 51,6 \text{ m/dt} \quad = 154,8 \text{ meter.}$$

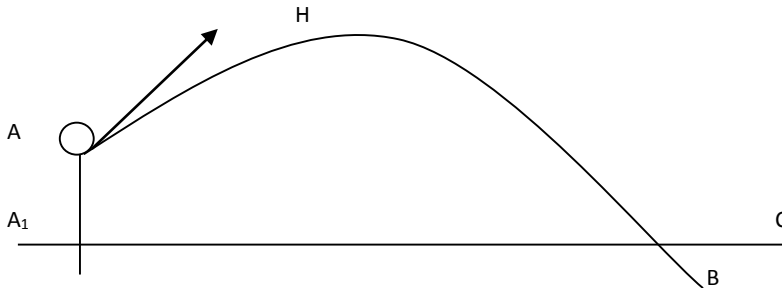
Jadi : Kecepatan awal = 60 m/dt
 Jarak mendatar jatuhnya bola = 154,8 meter
 Jarak titik tertinggi S_y (H) = 45 meter

PENERAPAN IPTEKS

5. LEMPARAN MELAMBUNG DAN JATUH PADA DATARAN YANG LEBIH RENDAH.

Bola yang dilemparkan melambung (dengan sudut elevansi α) dan jatuh pada

dataran yang lebih rendah dari saat lepas landas (saat release), rumus yang digunakan sama dengan Lemparan Mendatar (yang ke 3).



Gambar. 5a. Lemparan melambung dan jatuh pada dataran yang lebih rendah

Pada koordinat Y $\longrightarrow V_x = V_o \cos \alpha$

$$S_x = V_o \cos \alpha \cdot t$$

Pada koordinat X $\longrightarrow V_y = V_o \sin \alpha - gt$

$$S_y = V_o \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} gt^2$$

Seperti yang telah diketahui :

$$t_{AH} = \frac{V_o \cdot \sin \alpha}{g} \qquad t_{AB} = \frac{2 \cdot V_o \cdot \sin \alpha}{g}$$

kalau jarak $AA_1 = d$, maka $S_y = V_o \sin \alpha \cdot t + \frac{1}{2} gt^2$ atau $d = V_o \sin \alpha \cdot t + \frac{1}{2} gt^2$
 $\frac{1}{2} gt^2 + V_o \sin \alpha \cdot t - d = 0$. Persamaan kwadrat dari t ini dapat diperoleh ;

$$t_{AC} = V_o \sin \alpha + \sqrt{\frac{(V_o \cdot \sin \alpha)^2 + 2 \cdot g \cdot d}{g}}$$

Jarak $A_1C =$ jarak $S_x = V_o \cos \alpha \cdot t$ (t dari A ke C)

$$\text{Jadi jarak } A_1C = V_o \cos \alpha \times \sqrt{\frac{(V_o \cdot \cos \alpha)^2 + 2 \cdot g \cdot d}{g}}$$

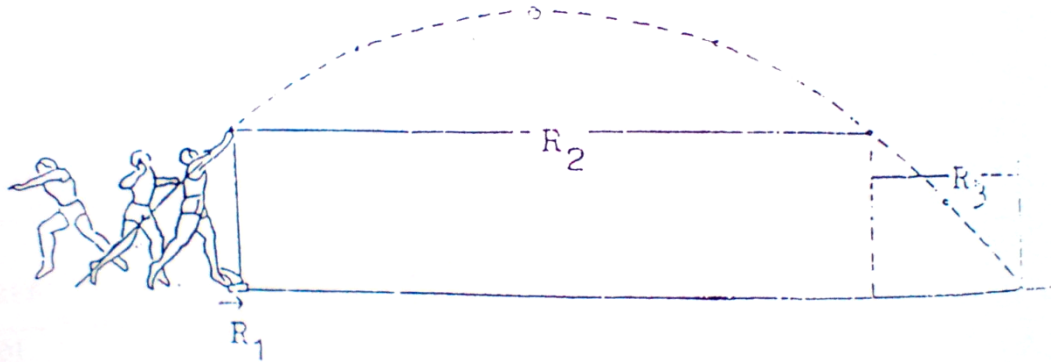
6. JARAK TOLAK PELURU

Pada tolak peluru, jarak dari ring tolakan ke tempat peluru jatuh ditentukan oleh:

1. Batas ring dan saat peluru lepas ada jarak yaitu R_1 . Jarak ini ditentukan oleh tingginya dan panjang lengan dari atlet dan kecondongan saat menolak. Jarak

ini harus diukur secara langsung. Pengalaman menunjukkan bahwa panjang jarak ini ± 30 cm.

2. Jarak saat peluru lepas sampai jatuh di tanah ialah jarak R_2 dan R_3 . Jarak ini dapat di cari dengan hitung seperti pada bagian V.

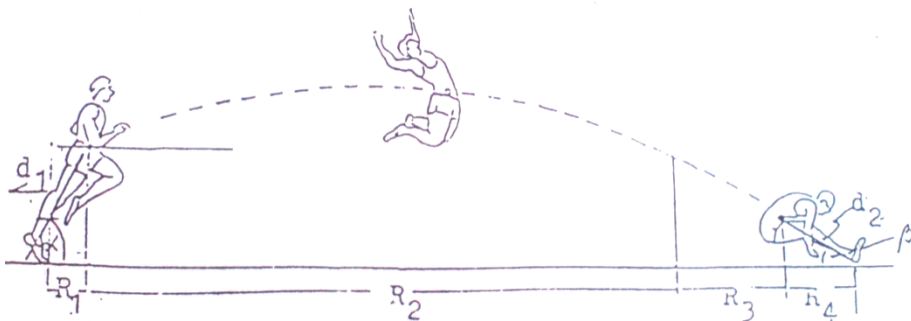


Gambar. 6. Jarak tolak peluru

7. JARAK LOMPAT JAUH

Pada lompat jauh , jarak lompatan ditentukan oleh saat kaki menolak sampai kaki jatuh di bak pasir. Tetapi kaki tidak mengikuti lintasan parabola/proyektil. Yang membuat lintasan parabola adalah titik berat badannya saat menolak sampai mendarat. Saat menolak ada jarak antara ujung kaki dan titik berat badan, yaitu R_1 . Saat mendarat juga ada jarak antara tbb dan tumpuan kaki mendarat, yaitu R_4 . Jarak lompatan ditentukan oleh jumlah $R_1 + R_2 + R_3 + R_4$.

R_1 : Jarak R_1 ditentukan oleh panjang tungkai dan sudut tolakan tungkai α .
 $R_1 = d_1 \sin \alpha$. d_1 adalah jarak dari tbb ke perpotongan grs vertical dgn arah tolakan kaki.
 R_2 : Jarak dari parabola dari tbb yang sama datarnya.
 R_3 : Jarak dari parabola yang menurun. $R_2 - R_3$ cara menghitungnya = bagian 5.
 R_4 : Jarak R_4 ditentukan oleh jarak d_2 (jarak dari tbb ke tumit yang mendarat) dan kecondongan tungkai yang mendarat (sudut β). $R_4 = d_2 \cos \beta$.



Gambar 7. Jarak lompat jauh

C. PENUTUP

Melalui mata kuliah biomekanika ini diharapkan para mahasiswa pasca sarjana Prodi IOR dapat menerapkannya dalam kehidupan dan

pekerjaannya baik sebagai guru, dosen, pelatih atau pun sebagai atlet dalam memperbaiki kualitas hidup dan prestasi kerja. Ilmu biomekanika menuntun kita dapat berfikir ilmiah

dalam mensikapi gejala dan keadaan-keadaan alam dan lingkungan disekitar kita, dapat memperhitungkan efisiensi gerak yang dilakukan agar tidak membutuhkan tenaga yang besar dalam mencapai sesuatu. Biomekanika merupakan ilmu pengetahuan yang ilmiah yang diperoleh dengan jalan berfikir, berdiskusi, membaca, mencari bahan dari sumber yang lain (perpustakaan), dari observasi, eksperimen dan pertukaran pikiran dan lain-lain. Tidak lagi berfikir secara tradisional berdasarkan pengalaman pribadi ataupun pengalaman orang lain, tidak mau menerima pendapat orang lain yang kemungkinan benar dan lebih baik.

REFERENSI.

- Benny Subadiman. 2005. Biomekanika. Penerapan Hukum-Hukum dan Prinsip - Prinsip Mekanika. FIK. UNIMED. Medan
- Imam Hidayat. 1999. Biomekanika. FPOK. IKIP. Bandung.
- Enjang Ali Nurdin. 2004. Meteor (Membumikan Teori-Teori Fisika). PT Sinergi Pustaka Indonesia, Bandung.
- David Halliday dan Robert Resnick, 1996. Fisika Jilid I. (Penerjemah Pantur Silaban dan Erwin Sucipto). Erlangga, Jakarta.
- Sri Handayani dan Ari Damari. 2009. Fisika untuk SMA dan MA, Pusat Perbukuan Depdiknas, Jakarta.

