



## ANALISIS LOMPATAN KATAK DAN MANUSIA DALAM TINJAUAN BIOMEKANIKA

Nadila Putri Sawhana<sup>2,\*1)</sup>, Adrianus Inu Natalisanto<sup>1,2)</sup>, Kadek Subagiada<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika, FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>2)</sup>Laboratorium Fisika Dasar, FMIPA Universitas Mulawarman

\*E-mail korespondensi: ndilaputri97@gmail.com

---

### Abstract

Biomechanics is applied physics with implementing mechanics concepts in biological system. Biomechanics studies the movements of the whole body on living organism. The purpose of our research was to know the differences of jump between frog and human in the biomechanical field. In our experiment it was used the samples of 10 frogs and 10 humans by college students of physics department, Faculty of Mathematics and Natural Science, with randomly selected. The results of the research were: first, the ratios of the jump distance to mass of frog bodies were bigger than those of human bodies; second, the effective angles of the frog's furthest jumps were  $(36.45 \pm 0.027)^\circ$  and those of human's furthest jumps were  $(60.45 \pm 0.002)^\circ$ . The first result indicated that the frog's tendon was more elastic than the human's tendon.

**Kata Kunci:** Biomechanics, Frog, Jump, Human

---

### PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari setiap makhluk hidup pasti akan melakukan aktivitas yang dapat menggerakkan seluruh bagian tubuh. Dari seluruh gerakan tubuh tersebut tak jauh dari konsep fisika yaitu konsep biomekanika. Biomekanika mempelajari gerakan yang dialami seluruh tubuh pada makhluk hidup dan merupakan pengaplikasian bidang ilmu mekanika pada sistem biologi yang menggunakan prinsip-prinsip mekanika yang digunakan dalam penyusunan konsep, analisis sistem dalam biologi dan kedokteran.

Salah satu contoh pengaplikasian biomekanika dalam kehidupan sehari-hari ialah bidang olahraga lompat jauh. Ketika melompat, tubuh akan bergerak atau berpindah dari titik satu ke titik lainnya. Ketika bersiap untuk melompat, kaki akan sedikit dijinjitkan. Pada posisi berjinjit tersebut titik tumpu berada di ujung kaki untuk melompat. Ketika mendarat, tubuh bertumpu pada kedua kaki. Dari titik awal melompat hingga kaki mendarat akan membentuk lintasan setengah lingkaran. Dalam teori fisika bentuk lintasan tersebut dinamakan gerak parabola.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2014) ditemukan bahwa sudut elevasi lompatan pada atlet renang sekitar  $45^\circ$  mempengaruhi jarak lompatannya. Juga, pada penelitian yang dilakukan oleh Gea (2017) ditemukan bahwa sudut elevasi lompatan pada lompat batu sebesar  $55.22^\circ$  mempengaruhi lompatan tinggi. Sementara itu, Karanggulimu (2017) yang mengkaji gerak parabola dengan menggunakan simulasi PhET (*Projectile Motion*) menemukan bahwa perubahan sudut elevasi mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda, titik tertinggi benda, dan waktu jatuh benda.

Penulis tertarik menganalisa lompatan katak dan manusia dan membandingkan keduanya berdasarkan perhitungan rasio jarak lompatan per massa tubuh. Dari perbandingan tersebut dapat dibuktikan bahwa tendon pada kaki katak lebih elastis dari pada tendon pada kaki manusia yang ditandai dengan lebih besarnya rasio jauh lompatan terhadap massa tubuh pada katak daripada rasio tersebut pada manusia. Dari analisa tersebut juga dapat diperoleh besar sudut efektif lompatan terjauh baik pada katak maupun pada manusia. Sudut efektif lompatan terjauh pada manusia akan berguna dalam olahraga lompat jauh. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan hukum Newton pada kasus gerak parabola. Diasumsikan bahwa baik katak maupun manusia yang melompat tersebut melayang di udara tanpa mengalami hambatan udara sehingga keduanya dapat diwaliki dengan titik massa yang melintas mengikuti lintasan parabola. Untuk itu, dalam bagian teori ini dijelaskan hukum Newton dan gerak parabola.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan hukum Newton pada kasus gerak parabola. Diasumsikan bahwa baik katak maupun manusia yang melompat tersebut melayang di udara tanpa mengalami hambatan udara sehingga keduanya dapat diwaliki dengan titik massa yang melintas mengikuti lintasan parabola. Untuk itu, dalam bagian teori ini dijelaskan hukum Newton dan gerak parabola.

Dalam biomekanika terdapat hukum-hukum dasar mekanika yang dicetuskan oleh Issac Newton, hukum-hukum tersebut mempelajari gerak manusia dan hewan. Hukum milik Newton banyak digunakan dalam berbagai bidang yaitu astronomi, geologi, teknik dan biomekanik. Hukum-hukum tersebut terdapat 3 macam yaitu (Gabriel, 1996):

### **a. Hukum Newton Pertama**

Hukum Newton pertama berbunyi "*Jika resultan gaya pada sebuah benda sama dengan nol, maka kecepatan benda tidak akan berubah*". Secara matematis hukum tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\sum F = 0 \quad (2.1)$$

(Ishaq, 2007).

### **b. Hukum Newton Kedua**

Hukum Newton kedua berbunyi "*Jika resultan gaya pada sebuah benda tidak sama dengan nol, maka benda akan mengalami perubahan kecepatan*". Secara matematis hukum tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\sum F = m a \quad (2.2)$$

(Ishaq, 2007).

### **c. Hukum Newton Ketiga**

Hukum Newton ketiga berbunyi "*Jika benda pertama memberikan gaya (gaya aksi) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan menghasilkan gaya (gaya reaksi) yang sama besar dan berlawanan arah dengan benda pertama*". Secara matematis hukum tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\sum F_{aksi} = - \sum F_{reaksi} \quad (2.3)$$

(Ishaq, 2007).

Gerak parabola merupakan gerakan dua dimensi dimana sebuah benda yang diluncurkan ke udara dan kemudian dibiarkan bergerak secara bebas. Dalam beberapa kasus gerak parabola diperumit dengan adanya gesekan udara, gerakan bumi, dan variasi percepatan karena gravitasi (Tipler, 1998). Dalam penelitian ini gesekan udara diabaikan dan percepatan benda

dalam arah vertikal hanya disebabkan oleh percepatan gravitasi bumi  $g$  yang diasumsikan konstan.

Tinggi maksimum dalam lintasan gerak parabola ( $h_{max}$ ) dan jarak maksimum ( $x_{max}$ ) dapat diturunkan secara kinematika. Tinggi maksimum dapat ditentukan dengan menerapkan fakta kecepatan arah sumbu  $y$  pada posisi maksimum adalah nol, sementara jarak maksimum dapat ditentukan dengan menerapkan fakta ketinggian pada jarak terjauh adalah nol. Dengan menerapkan fakta-fakta tersebut pada persamaan-persamaan kinematika, akan dapat diperoleh persamaan-persamaan, yaitu:

$$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \quad (2.4)$$

dan

$$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2 \theta_0}{g} \quad (2.5)$$

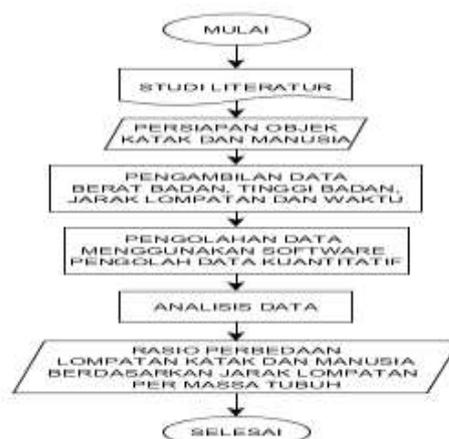
dimana  $v_0$  merupakan kecepatan awal,  $\theta_0$  sudut awalan atau sudut elevasi lompatan dan  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi (Giancoli, 2001).

Ordo *Anura* atau yang sering dikenal sebagai katak termasuk dalam jenis hewan amfibi yang memiliki ciri khas tidak memiliki ekor. Tubuh katak dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu: kepala, badan dan anggota gerak berupa kaki. Untuk membedakan jantan dan betina digunakan ukuran tubuh, yakni biasanya tubuh katak betina lebih besar dibandingkan katak yang jantan (Khairunnisa, 2018). Baik katak jantan maupun katak betina dapat melompat jauh. Lompatan katak yang sangat jauh tersebut diakibatkan oleh terdapatnya tendon yang elastis seperti pegas pada kaki katak (Astley, 2011).

Manusia memiliki kemampuan untuk melakukan gerak dan aktivitas. Di dalam sistem gerak dibedakan menjadi dua yaitu alat gerak pasif dan aktif. Alat gerak pasif yaitu rangka (tulang) tubuh sedangkan alat gerak aktif yaitu susunan jaringan otot. Anggota gerak dapat dibagi menjadi dua yaitu anggota gerak atas yang terdiri dari bahu, lengan atas dan lengan bawah. Sedangkan anggota gerak bawah terdiri dari pinggul, paha, dan betis (Irianto, 2013).

## METODE PENELITIAN

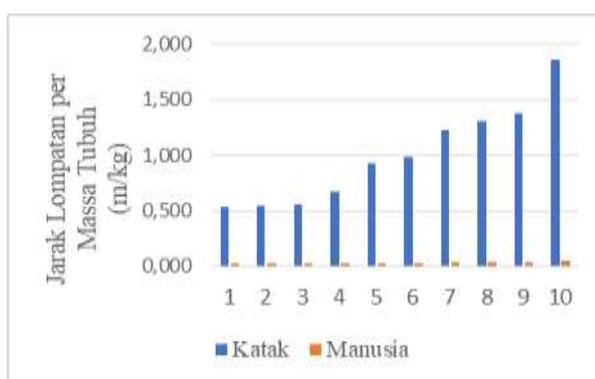
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur. Ada beberapa tahap dalam pengolahan data pada penelitian ini berikut diagram alir penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi suatu lompatan yaitu, pertama, massa tubuh dan tinggi tubuh. Menurut Pradan (2013), hal ini dikarenakan seseorang yang memiliki massa tubuh yang berlebih cenderung memiliki gerak yang lamban. Hal ini mungkin disebabkan oleh beban ekstra (berat badan) dan kurangnya kelenturan tubuh pada saat melakukan gerakan. Adapun faktor kedua adalah sudut awalan atau sudut elevasi lompatan ketika ingin melompat. Menurut Karanggulimu (2017), perubahan sudut elevasi mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda, titik tertinggi benda, dan waktu jatuh benda.



**Gambar 2 Perbandingan Lompatan antara Katak dan Manusia Berdasarkan Rasio Jarak Lompatan  $x_{max}$  dan Massa Tubuh  $m$**

Perbandingan antara lompatan katak dan manusia, berdasarkan rasio jarak lompatan dan massa tubuh, diperlihatkan dalam diagram batang pada Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan rasio lompatan katak lebih besar dibandingkan dengan rasio lompatan manusia. Dari perbandingan tersebut dapat dibuktikan bahwa tendon pada kaki katak lebih elastis dari pada tendon pada kaki manusia yang ditandai dengan lebih besarnya rasio jauh lompatan terhadap massa tubuh pada katak daripada rasio tersebut pada manusia.

## KESIMPULAN

Dari penelitian diperoleh bahwa tendon pada kaki katak lebih elastis dari pada tendon pada kaki manusia yang ditandai dengan lebih besarnya rasio jauh lompatan terhadap massa tubuh pada katak daripada rasio tersebut pada manusia. Selain itu, diperoleh bahwa sudut efektif lompatan terjauh katak adalah  $(36.45 \pm 0.027)^\circ$  dan sudut efektif lompatan terjauh manusia adalah  $(60.45 \pm 0.002)^\circ$ .

Dalam penelitian ini telah berhasil ditentukan sudut efektif untuk lompatan terjauh pada manusia yang dapat dimanfaatkan dalam olahraga lompat jauh. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat dianalisa jenis olahraga selain lompat jauh dalam tinjauan biomekanika.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada orang atau lembaga yang membantu proses penelitian atau ikut mendanai penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Bustanul. 2014. *Analisis Gerak Track Start Untuk Memaksimalkan Jarak Lompatan Start Pada Renang Ditinjau Dari Kajian Biomekanika*. Jurnal Universitas Negeri Surabaya Fakultas Ilmu Keolahragaan Jurusan Pendidikan Kesehatan Dan Rekreasi Prodi S1 Ilmu Keolahragaan.
- Astley, Henry C dan Thomas J. Roberts. 2011. *Evidence for a Vertebrate Catapult: Elastic Energy Storage in the Plantaris Tendon During Frog Jumping*. Biology Letters, November 16, 2011, doi:10.1098/rsbl.2011.0982.
- Gabriel. 1996. *Fisika Kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Gea, Wilhelmina Jelfan. 2017. *Lompat Batu Sebagai Media Pembelajaran Sains Berbasis Budaya Lokal Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola*. Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid I (terjemahan)*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Irianto, Koes. 2013. *Anatomi dan Fisiologi untuk Manusia*. Bandung: Penerbit Alfabeta
- Ishaq, Mohamad. 2007. *Fisika Dasar Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Karanggulimu, Liyensi. Debora Natalia Sudjito dan Diane Noviandini. 2017. *Desain Modul Praktikum Mandiri Tentang Gerak Parabola Menggunakan Simulasi PhET "Projectile Motion"*. Jurnal Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang ISBN : 978-602-61599-6-0
- Khairunnisa, Fadhilah. 2018. *Klasifikasi Famili Amphibi (Ordo Anura) Berdasarkan Ekstraksi Ciri Suara Dengan MFCCs Menggunakan Naïve Bayes Classifier Method*. Program Studi Statistika FMIPA UII
- Pradana, Akhmad Aji. 2013. *Kontribusi Tinggi Badan, Berat Badan, dan Panjang Tungkai Terhadap Kecepatan Lari Cepat (Sprint) 100 Meter Putra*. Jurnal Pendidikan Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan, UNESA