

## ANALISIS TUMBUKAN YANG TERJADI SAAT BERMAIN TRAMPOLINE

Oleh:

**Dovanda Rahmi Latif<sup>1</sup>**

**Ayu Lestari<sup>2</sup>**

**Bayu Setiaji<sup>3</sup>**

Universitas Negeri Yogyakarta

Alamat: JL. Colombo No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (55281).

*Korespondensi Penulis:* [dovandarahmi.2023@student.uny.ac.id](mailto:dovandarahmi.2023@student.uny.ac.id)

**Abstract.** *When playing on the trampoline, without realizing it, the harder we push or push the trampoline rubber using our feet, the higher we jump. Why does this happen? Based on research, this is caused by the spring force on the trampoline rubber and the coefficient of restitution that occurs between the object and the trampoline. The trampoline provides pressure when jumping, the springs will store and return energy when landing on the trampoline, allowing it to provide a repulsive force to jump higher and feel lighter. The coefficient of restitution of an object can be investigated by analyzing the height of the first jump and second jump when playing on the trampoline ( $e = \sqrt{h_1/h_2}$ ). The method used in this research is experimental by observing someone playing on the trampoline, then video is taken and analyzed using the Tracker application.*

**Keywords:** *Coefficient of Restitution, Collision, Trampoline, Spring Force.*

**Abstrak.** Ketika bermain trampolene tanpa disadari semakin keras kita mendorong atau menolak karet trampolene menggunakan kaki maka semakin tinggi lompatan kita. Mengapa hal ini dapat terjadi? Berdasarkan penelitian hal ini disebabkan oleh gaya pegas pada karet trampolene dan koefisien restitusi yang terjadi antara benda dengan trampolene. Trampolene memberikan tekanan saat melompat, pegas tersebut akan menyimpan dan mengembalikan energy saat mendarat pada trampolene, memungkinkan memberikan

Received May 12, 2024; Revised May 20, 2024; May 26, 2024

\*Corresponding author: [dovandarahmi.2023@student.uny.ac.id](mailto:dovandarahmi.2023@student.uny.ac.id)

# ANALISIS TUMBUKAN YANG TERJADI SAAT BERMAIN TRAMPOLINE

gaya tolak untuk melompat lebih tinggi dan merasa ringan. Koefisien restitusi suatu benda dapat diselidiki dengan menganalisis ketinggian pada lompatan pertama dan lompatan kedua pada saat bermain trampoline ( $e = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$ ). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan pengamatan seseorang yang bermain trampoline kemudian dilakukan pengambilan video dan analisis menggunakan aplikasi Tracker.

**Kata Kunci:** Koefisien Restitusi, Tumbukan, Trampoline, Gaya Pegas.

## LATAR BELAKANG

Dalam permainan trampolin terdapat fenomena tumbukan. Ketika dua benda padat bertumbukan, tidak mungkin terjadi tumbukan elastis sempurna karena tidak berlaku hukum kekekalan energi mekanik (Mughny & Rahmawati:2016). Tumbukan elastis sempurna terjadi jika energi kinetik sebelum tumbukan sama dengan energi kinetik setelah tumbukan. Apakah akan terjadi perbedaan ketika suatu benda bertumbukan dengan benda yang elastis? Seperti pada permainan trampolin misalnya, karet pada trampoline memiliki elastisitas atau gaya pegas yang memungkinkan terjadinya tumbukan elastis sempurna karena karet trampoline memberi gaya tolak untuk melompat lebih tinggi. Berdasarkan pada Hukum Hooke “Apabila pada pegas bekerja sebuah gaya luar, pegas ini akan bertambah panjang sebanding dengan besaran gaya yang telah diberikan.” (Robert Hooke:1678).

Untuk meneliti hal tersebut, penulis melakukan penelitian dengan menyelidiki ketinggian lompatan awal sebelum dipantulkan oleh karet trampoline dan ketinggian setelah dipantulkan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan aplikasi Tracker, yaitu salah satu software analisis video dan pemodelan yang dibangun oleh kerangka kerja java OSP, dirancang sebagai pendukung memenuhi berbagai kebutuhan dalam pendidikan fisika. Tracker mempunyai kemampuan melakukan pelacakan pada gerak suatu objek sehingga diperoleh berbagai informasi yang diperlukan dalam analisis gerak. (Riska Anjani: 2018).

Setelah melakukan pengambilan video menggunakan kamera digital kemudian dapat dimasukkan pada Tracker Video *Analysis* maka kita memperoleh berbagai informasi yaitu posisi benda (x,y) pada setiap waktu (t) sehingga mempermudah dalam menganalisis gerak tersebut. Tracker juga memudahkan menganalisis permasalahan dunia

nyata khususnya materi gerak dan optik yang terkadang mustahil dilakukan tanpa bantuan teknologi. Penelitian terdahulu telah melaporkan penggunaan analisis video Tracker dalam pendidikan fisika untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari seperti pendulum, proyektil, dan gerakan jatuh bebas.

Kemudian untuk mengetahui jenis tumbukan yang terjadi pada saat bermain trampoline, maka harus mengetahui koefisien restitusi yaitu konsep fisika yang mengukur elastisitas tumbukan antara dua benda. Rasio antara kecepatan relatif setelah tumbukan dan kecepatan relatif sebelum tumbukan didefinisikan sebagai  $\overline{\text{negatif}}$  dari perbandingan beda kecepatan antara dua benda sesudah tumbukan dan beda kecepatan keduanya sebelum tumbukan.

Koefisien Restitusi

$$e = \frac{v_{\text{relatif setelah}}}{v_{\text{relatif sebelum}}}$$

Pada trampoline terjadi dua benda yang saling bertumbukan elastis secara satudimensi. Sehingga koefisien restitusi  $e = \frac{v_2 - v_1}{v_1 - v_2}$  (Riska Anjani: 2018). Pada khusus ini menggunakan formulasi lagrange ( $\mathcal{L}$ ) untuk tumbukan elastis didefinisikan sebagai selisih antara energi kinetik  $T$  dan energi potensial  $V$ . Dalam permainan trampoline lagrange digunakan untuk mencari tumbukan elastis yaitu energi kinetik.

Pada trampoline terjadi gerak jatuh bebas sehingga persamaan koefisien restitusinya menjadi:  $(v_1' = -ev_1)$  dengan  $v_1 = \sqrt{2gh_1}$ , dan  $v_1' = -\sqrt{2gh_2}$ . Sehingga  $(-\sqrt{2gh_2} = -e\sqrt{2gh_1})$  dan didapat persamaan  $(e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}})$ .

Ketika dua benda bertumbukan tanpa kehilangan energi, dan energi kinetiknya terjaga (sebelum dan setelah tumbukan), maka peristiwa tersebut dinamakan tumbukan elastis dan energi kinetiknya terjaga. Hal ini ditandai dengan nilai koefisien restitusi.  $e = 1$ . Contoh yang dapat kita jumpai ketika saat benda-benda umum seperti mobil atau bola beradu, sebagian energi kinetiknya selalu berubah menjadi bentuk lain, seperti panas atau suara. Akibatnya, energi kinetik total sistem berkurang dan tidak terjaga. Peristiwa ini disebut tumbukan tak elastis, dengan nilai koefisien restitusi  $0 > e > 1$ . Konsep tumbukan tak elastis sempurna saat dua benda bertumbukan tak elastis, selalu ada energi kinetik

# ANALISIS TUMBUKAN YANG TERJADI SAAT BERMAIN TRAMPOLINE

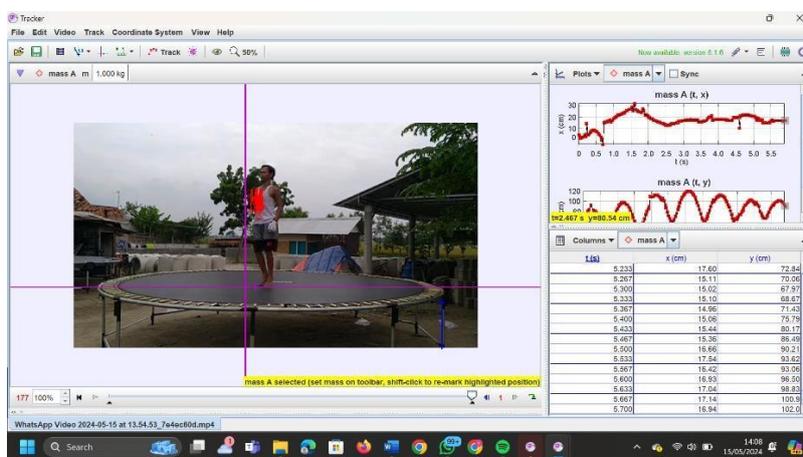
yang hilang dari sistem. Kehilangan terbesar terjadi ketika kedua benda menyatu, yang disebut tumbukan tak elastis sempurna. Pada tumbukan ini, nilai koefisien restitusi  $e = 0$ .

Sehingga tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah jenis tumbukan yang terjadi pada saat kita bermain trampolene, Akankah terjadi tumbukan elastis sempurna karena adanya gaya pegas pada karet trampolene.

## METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif yaitu metode yang berfokus pada pengamatan yang mendalam. Metode penelitian ini sering disebut juga metode penelitian naturalistic karena penelitiannya dilakukan secara alamiah, apa adanya, dalam situasi normal yang tidak dimanipulasi keadaan dan kondisinya. (Sugiyono, 2010).

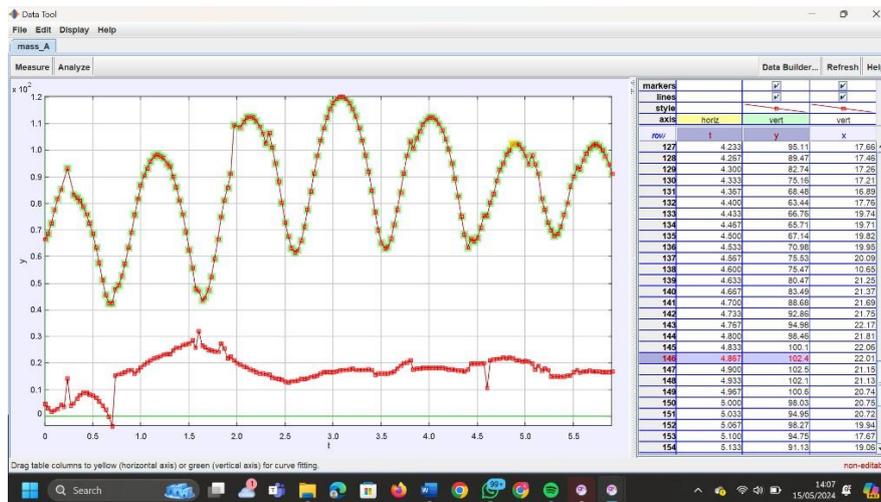
Bog dan Taylor dalam Lexy Moloeng mendefinisikan metodologi kualitatif sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif. (Lexy J. Moleong, 2006).



Penelitian ini menggunakan video seseorang yang melompat di atas trampolene dan kemudian dianalisis menggunakan Aplikasi Tracker untuk mendapatkan  $h_1$  dan  $h_2$ . Dengan  $h_1$  adalah tinggi lompatan pertama dan  $h_2$  adalah tinggi lompatan kedua. Tahap pertama yang dilakukan adalah memasukkan video dari YouTube ke Tracker kemudian menentukan titik awal dan akhir lompatan pada video. Setelah itu menambahkan kalibrasi stik dan garis koordinatnya pada titik diam yaitu tepat di bagian datar trampolene. Langkah selanjutnya adalah menentukan point mass yaitu orang yang melompat pada trampolene selanjutnya di-track. Barulah akan muncul data  $x$  dan  $y$ .

Disini kita membutuhkan data  $y$  yaitu tinggi lompatan. Setelah mendapatkan data berupa tinggi lompatan, kemudian dilakukan perhitungan mencari nilai  $e$  dengan persamaan ( $e = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$ ). Maka akan didapat beberapa nilai  $e$  yang kemudian akan dicari nilai pasti dan ketidakpastiannya.

Pada tahap ini, analisis Tracker menghasilkan grafik  $y$  terhadap  $t$ , yang mana grafiknya membentuk gelombang transversal. Titik lembah sebagai  $h_1$  sedangkan titik puncak sebagai  $h_2$



Perhitungan  $e$ :

$$1. e_1 = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{1.124}{0.966}} = 1.066 \text{ N/m}$$

$$2. e_2 = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{1.024}{0.954}} = 1.024 \text{ N/m}$$

$$3. e_3 = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{1.020}{0.998}} = 1.020 \text{ N/m}$$

Rata-rata

$$\bar{e} = \frac{\sum e_i}{n} = 0.984 \text{ N/m}$$

Ketidakpastian

$$\Delta e = \sqrt{\frac{\sum (e_i - \bar{e})^2}{n-1}}$$

$$1. 0.966 - 0.984 = 0.018^2 = 0.000324$$

$$2. 0.954 - 0.984 = 0.030^2 = 0.0009$$

$$3. 0.998 - 0.984 = 0.014^2 = 0.000196$$

$$= 0.000324 + 0.0009 + 0.000196 = 0.00142$$

$$\Delta e = \sqrt{\frac{0.00142}{5-1}} = 0.0185 \approx 0.019$$

Jadi ketidakpastiannya  $\bar{e} \pm \Delta e = 0.984 \pm 0.019$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini menggunakan video yang bersumber dari YouTube (<https://youtu.be/L9U0tq9-3eA?si=1nAltrkBnmRRO5Q>), data diperoleh dari pelacakan benda yang terekam dengan menggunakan software Tracker. Dari hasil pencatatan data trampolin dalam beberapa gerakan harmonik dengan menggunakan ukuran kalibrasi 50

## ANALISIS TUMBUKAN YANG TERJADI SAAT BERMAIN TRAMPOLINE

cm atau 0,5 m dengan massa orang 72kg dan kemudian dilakukan pelacakan orang dengan titik massa. Sehingga hasil pelacakan posisi dan waktu terdapat di gambar 2 (bagian analisis data). Pada gambar 2 dijelaskan untuk grafik orang di atas trampolin dengan enam kali lompatan sehingga grafik yang dihasilkan mempunyai enam amplitudo. Dari hasil data yang diperoleh  $e_1 = 0,966 N/m$  ,  $e_2 = 0,954 N/m$ ,  $e_3 = 0,998N/m$ , dengan ketidakpastian 0,336 . Sehingga  $\bar{e} \pm \Delta e = 0,584 \pm 0,336$ .

Pada kasus trampoline ini terjadi tumbukan lenting sebagian, untuk tumbukan lenting sebagian memiliki nilai  $e$  antara 0 dan 1 ( $0 \leq e \leq 1$ ). Pada saat bermain trampolin saat beban berada pada ketinggian  $h_1$  diatas permukaan trampoline dan disaat terjadi tumbukan antara beban dengan permukaan trampoline beban tersebut akan terpentil setinggi  $h_2$ .

Pada trampoline terdapat gerak jatuh bebas sehingga persamaan koefisien restitusinya menjadi: ( $v_1' = -ev_1$ ) dengan  $v_1 = \sqrt{2gh_1}$ , dan  $v_1' = -\sqrt{2gh_2}$ . Sehingga ( $-\sqrt{2gh_2} = -e\sqrt{2gh_1}$ ).

Dengan ini koefisien restitusi berlaku pada saat bermain trampoline. Maka dengan analisis ini dapat memberikan gambaran bahwa pembelajaran fisika dapat dilakukan sambil bermain contohnya saat bermain trampoline kita dapat mengetahui gaya yang berlaku pada trampoline, koefisien restitusi, serta tumbukan yang antara beban (orang) dengan trampoline.

### KESIMPULAN

Dari koefisien restitusi mendapatkan hasil  $e_1=0,966N/m$ ,  $e_2=0,954N/m$ ,  $e_3 = 0,998N/m$  dan untuk ketidakpastiannya  $\bar{e} \pm \Delta e = 0,584 \pm 0,336$ . Pada saat bermain trampoline kita dapat mengetahui bahwa trampoline terjadi tumbukan tak elastis dari hasil tumbukan antara beban (orang) dan permukaan trampoline. Dengan begitu kita mengetahui bahwa ternyata permainan trampoline memiliki kaitan dengan ilmu fisika yaitu teori tumbukan dan elastisitas. Meskipun terdapat gaya pegas yang mendorong beban untuk melompat lebih tinggi, tumbukan yang terjadi pada saat bermain trampoline ini adalah tumbukan tak elastis atau lenting sebagian.

## DAFTAR REFERENSI

- Arief Budiman, F. D. (2023). ANALISIS PENGARUH KONSTANTA PEGAS TERHADAP PERTAMBAHAN. *JURNAL ILMU FISIKA DAN TERAPANNYA*, 12-30.
- Ayu Kusuma Wardani, A. M. (2023). Analisis Efektivitas Virtual Laboratorium Amrita dalam Menjalankan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* , 200-208.
- Diana Eka Saputri, M. R. (2019). PEMAHAMAN KONSEP MEKANIKA: MENENTUKAN ARAH PERCEPATAN. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 110-117.
- Dindin Nasrudin, C. R. (2017). KOEFISIEN RESTITUSI: MAKNAFISIS, FORMULA MATEMATIS, DAN. *JoTaLP: Journal of Teaching and LearningvPhysics*, 1-9.
- Hanifah Qurro Taayun, A. M. (2023). Pengaruh Massa Pada Beban Terhadap Konstanta Pegas. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, 105-122.
- Herliana Aryanti Ewar, M. E. (2021). PENENTUAN KONSTANTA PEGAS MENGGUNAKAN APLIKASI. *Jurnal Kumparan Fisika*, 155-162.
- Kedai Online. Mainan Anak Trampoline Bulat Round Trampoline 3 Meter, 35 detik. 2015: (<https://youtu.be/L9U0tq9-3eA?si=1nAltrkBnmRRO5Q>).
- Kurniasari, T. C. (2015). PEMANFAATAN PROGRAM ANALISIS VIDEO TRACKER SEBAGAI *Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana*, 3-4.
- KURNIAWAN, A. (2023). PENGARUH PENDEKATAN KETERAMPILAN PROSES TERHADAP HASIL. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 124-134.
- Lexy J. Moleong. (2006). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Lingga Dwi Pranata, Y.T. (2017). PENGARUH LATIHAN BEBAN GAYA-PEGAS KARET BAN TERHADAP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 106-110.
- Riska Anjani, Silvia Ariandini, Novia Rizkianty, Septian Fuadi, Muhammad Pandu, 2018.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan ( Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Yanti Widiastuti, F. D. (2022). ANALISIS EKSPERIMEN PENENTUAN KONSTANTA

# ANALISIS TUMBUKAN YANG TERJADI SAAT BERMAIN TRAMPOLINE

PEGAS. *PROCEEDING SEMINAR NASIONAL IPA XII*, 1-11