

## MENENTUKAKAN MOMENTUM DAN KOEFISIEN RESTITUSI BENDA TUMBUKAN MENGGUNAKAN TRACKER VIDEO ANALYSE

*Riska Anjani<sup>1</sup>, Silvia Ariandini<sup>1</sup> Novia Rizkianty<sup>1</sup>, Septian Fuadi<sup>1</sup>, Muhammad Pandu<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,  
UIN Sunan Gunung Djari Bandung, Indonesia  
E-mail: eiskanjanarifin@gmail.com*

---

### ABSTRAK

Peristiwa tumbukan dua bola yang berada pada suatu lintasan merupakan salah satu fenomena fisika yang terjadi dalam waktu yang singkat sehingga untuk mendapatkan data kecepatan bola sebelum dan setelah terjadi tumbukan, diperlukan perangkat yang mampu merekam gejala tersebut dengan ketelitian tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besar momentum, koefisien restitusi ( $e$ ) dan jenis tumbukan yang terjadi dari peristiwa tumbukan dua bola yang direkam lalu dianalisis oleh Tracker Video Analysis. Dengan software ini, data hasil tracking mengenai tumbukan direpresentasikan dalam bentuk data dan grafik. Hasil analisis untuk bola bekel melaju menuju bola pasir yang berada dalam keadaan diperoleh  $e = 0,32475$ , untuk bola berisi pasir dalam keadaan diam dan kelereng bergerak mendekatinya diperoleh  $e = 0,189963$ , dan untuk bola berisi pasir dalam keadaan diam dan bola kosong bergerak mendekatinya diperoleh  $e = 0,184151$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penentuan koefisien resistusi ( $e$ ) menggunakan Tracker Video Anlyse sesuai dengan kajian teori.

Kata kunci: Momentum, Bidang miring, tracker video

---

### ABSTRACT

*The collision event of two balls that is on a trajectory is one of the phenomenon of physics that occurs in a short time so as to obtain the speed data of the ball before and after the collision, the device is required to record These symptoms with high accuracy. This research aims to determine the great momentum, the coefficient of restitution ( $e$ ) and the type of collision that occurs from the event of colliding two balls recorded and then analyzed by Tracker Video Analysis. With this software, the data tracking of the collision is represented in the form of data and graphs. The results of the analysis for the ball beed towards the sand ball that was in the state obtained  $E = 0.32475$ , for the ball containing the sand in the still state and the marbles move closer obtained  $E = 0.189963$ , and for the ball contains the sand in the still state and the ball Empty move approach is obtained  $e = 0.184151$ . Thus, it can be concluded that the determination of the resisting coefficient ( $e$ ) uses the Anlyse Video Tracker in accordance with the study theory.*

Keywords: Momentum, slope, video tracker

---

DOI: <http://dx.doi.org/10.15575/jtlp.v3i2.6554>

Received: 12 Juli 2018 ; Accepted: 22 Agustus 2018 ; Published: 1 September 2018

## 1. PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu pengetahuan mengenai fenomena alam yang terjadi di sekitar kita, seperti tumbukan atau tabrakan dua buah benda yang dapat dianalisis berdasarkan materi momentum. Momentum merupakan salah satu kajian dalam Mekanika yang merupakan dasar bagi kajian ilmu fisika selanjutnya.

Peristiwa tumbukan berlangsung dalam waktu singkat tetapi bukan berarti tidak dapat dianalisis, maka dari itu perlu alat rekam yang baik untuk mengambil data tumbukan tersebut agar dapat dianalisis dengan baik. Melakukan perhitungan kecepatan sebelum dan setelah tumbukan dapat menghasilkan nilai momentum dan besar koefisien restitusi.

Menurut Fatkulloh dalam penelitiannya ketika benda 1 diam dan benda 2 melaju lalu menumbuk benda 1 maka akan terjadi tumbukan tidak lenting sama sekali dan ketika dua benda bergerak saling mendekati maka akan terjadi tumbukan lenting sebagian (Fakrullah, 2012). Penelitian pada koefisien restitusi menurut Sri Purwanti dalam penelitiannya menjelaskan bahwa besarnya koefisien restitusi tidak berbanding lurus pada massa artinya jika massa besar belum tentu koefisien restitusinya besar (Purwanti, 2014).

Momentum ( $P$ ) dari benda seperti partikel apapun tidak dapat berubah kecuali jika gaya eksternal total mengubahnya. Sebagai contoh, kita bisa mendorong benda tersebut untuk mengubah momentumnya. Dalam sebuah tumbukan (atau tabrakan), gaya eksternal pada benda bersifat singkat, memiliki magnitudo besar dan tiba-tiba mengubah momentum benda tersebut. Berdasarkan Hukum II Newton maka didapat persamaan dari momentum yaitu:

$$P = m \cdot v$$

### A. Tumbukan Elastis

Saat dua bertumbukan, jika total energi tersebut tidak berubah karena adanya tumbukan, maka energi kinetik sistem adalah terkonservasi (energi kinetik sama sebelum dan setelah tumbukan). Tumbukan semacam itu disebut tumbukan elastis. Pada tumbukan ini besarnya nilai koefisien restitusi  $e = 1$ .

### B. Tumbukan Tak Elastis

Dalam kasus tumbukan sehari-hari dari benda-benda umum, seperti dua mobil atau bola dan tongkat pemukul, sejumlah energi selalu ditransfer dari energi kinetik ke bentuk energi lainnya, seperti energi panas atau energi suara. Dengan demikian, energi kinetik sistem tidak terkonservasi. Tumbukan semacam itu disebut tumbukan tak elastis. Pada tumbukan ini besarnya nilai koefisien restitusi  $0 > e > 1$ .

### C. Tumbukan tak elastis sempurna

Tumbukan tak elastis dari dua buah benda selalu melibatkan adanya kehilangan energi kinetik dari sistem. Kehilangan energi terbesar terjadi jika kedua benda itu kemudian menyatu, dalam hal ini disebut tumbukan tak elastis sempurna. Pada tumbukan ini besarnya nilai koefisien restitusi  $e = 0$ .

Menghitung besar koefisien restitusi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$e = -\frac{(v'_2 - v'_1)}{(v_2 - v_1)}$$

Keterangan:

$e$  = koefisien restitusi

$v_1$  = kecepatan bola 1 sesaat sebelum tumbukan

$v_2$  = kecepatan bola 2 sesaat sebelum tumbukan

$v'_1$  = kecepatan bola 1 sesaat setelah tumbukan

$v'_2$  = kecepatan bola 2 sesaat setelah tumbukan

### Video Analisis Tracker

*Tracker* adalah salah satu software analisis video dan pemodelan yang dibangun oleh kerangka kerja java OSP, yang dirancang sebagai pendukung untuk memenuhi berbagai kebutuhan dalam pendidikan fisika. *Tracker* memiliki kemampuan untuk melakukan *track* (pelacakan) pada gerak suatu objek sehingga dapat diperoleh berbagai informasi yang dibutuhkan dalam analisis gerak. Setelah melakukan perekaman video menggunakan kamera digital langsung dapat dimasukkan pada *Tracker Video Analysis* maka kita dapat memperoleh berbagai informasi seperti posisi benda ( $x, y$ ) pada setiap waktu ( $t$ ) sehingga dapat mempermudah adalah

menganalisis gerak tersebut. *Tracker* juga memudahkan untuk menganalisis permasalahan dunia nyata khususnya pada materi gerak dan optik yang terkadang mustahil dilakukan tanpa bantuan teknologi.

Penelitian sebelumnya telah melaporkan penggunaan analisis video *Tracker* dalam pendidikan fisika untuk mengatasi berbagai masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari seperti pendulum, proyektil, dan gerakan jatuh bebas. Hasil dari penelitian sebelumnya melaporkan bahwa, ketika guru memberikan pelajaran fisika menggunakan analisis video *tracker* dan terkait dengan konsep fisika tertentu, guru mendapat banyak respon positif dari siswa. *Tracker* menyediakan alat analisis data seperti grafik dan tabel, curve fitting dan lain-lain sehingga memudahkan pengguna dalam analisis misalnya gerak partikel pada saat percobaan (Sinaga, 2017).

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini digunakan 4 jenis bola yaitu kelereng, bola bekel, bola yang dalamnya kosong dan bola yang diisi pasir, seperti pada gambar berikut:



**Gambar 1.** Bola yang digunakan dalam simulasi. Ada dua jenis posisi pada simulasi, pertama bola I diam dan bola II meluncur dari atas dan menumbuk bola I. Kedua, bola I dan bola II melaju saling mendekati dan saling bertumbukan.

Kecepatan maupun jenis momentum yang terjadi tergantung pada bola yang digunakan saat percobaan dan kecepatan kedua bola ini yang menjadi data penelitian. Semua percobaan dilakukan pada lintasan yang sama seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 2.** Lintasan yang digunakan dalam simulasi

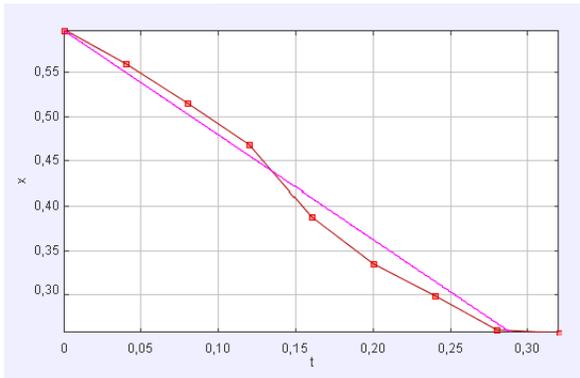
Pengambilan data dilakukan dengan melakukan simulasi berulang sebanyak 3 kali disertai dengan pengambilan video menggunakan kamera digital. Saat bola dilepaskan maka pada saat itu pula mulai merekam, proses merekam selesai setelah kedua benda saling bertumbukan. Untuk mengetahui kecepatan bola sebelum dan sesudah tumbukan maka kita dapat mengolah video simulasi yang telah didapat menggunakan aplikasi. Melakukan *tracking* pada setiap gerak bola di video yang terpilih maka secara otomatis akan terhitung momentum, kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan. Nilai koefisien restitusi dapat dihitung dengan bantuan Ms. Excel dengan nilai kecepatan yang telah didapat

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

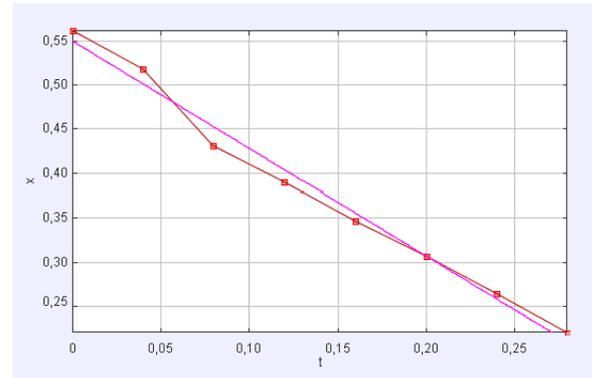
Berikut hasil dari *tracking* video simulasi pada:

### 1. Bola Bekel dan Bola diisi Pasir

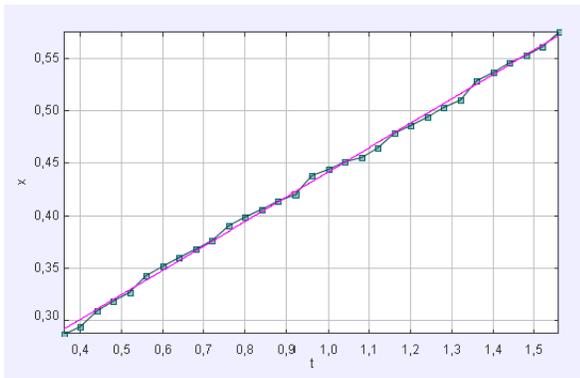
Dengan massa bola bekel  $m_1 = 13$  g dan massa bola berisi pasir  $m_2 = 41,005$  g. Posisi bola bekel melaju menuju bola pasir yang berada dalam keadaan diam, maka hasil analisis dengan seperti grafik di bawah ini.



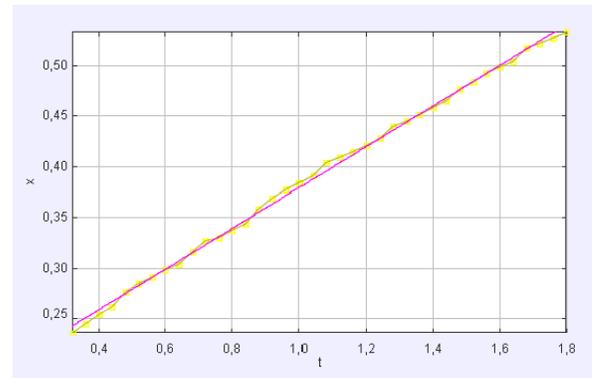
**Gambar 3.** Hasil tumbukan bola bekel dan bola berisi pasir diam dengan grafik t dan x untuk posisi  $m_1$  sebelum tumbukan



**Gambar 5.** Hasil tumbukan kelereng dan bola berisi pasir diam dengan grafik t dan x untuk posisi  $m_1$  sebelum tumbukan



**Gambar 4.** Hasil bola bekel dan bola berisi pasir diam dengan grafik t dan x untuk posisi  $m_1$  setelah tumbukan



**Gambar 5.** Hasil kelereng dan bola berisi pasir diam dengan grafik t dan x untuk posisi  $m_1$  setelah tumbukan

Berdasarkan data yang diimport ke Ms. Excel diperoleh laju rata-rata:  $v_1 = -1,14123091$  m/s;  $v_1' = 0,239879151$  m/s;  $v_2 = 0$  dan  $v_2' = -0,130735324$  m/s sehingga diperoleh nilai resistusi  $e = 0,32475$  dan momentumnya  $P = -1,14123091$  kg. m/s dan  $P' = 0,239879151$  kg. m/s.

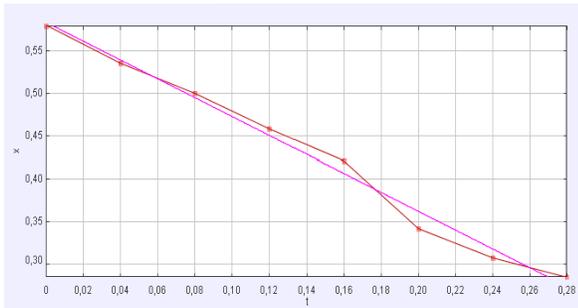
### 2. Kelereng dan Bola diisi Pasir

Dengan massa kelereng  $m_1 = 3,5$  g dan massa bola berisi pasir  $m_2 = 41,005$  g. Bola berisi pasir dalam keadaan diam dan kelereng bergerak mendekatinya. Hasil analisisnya seperti berikut.

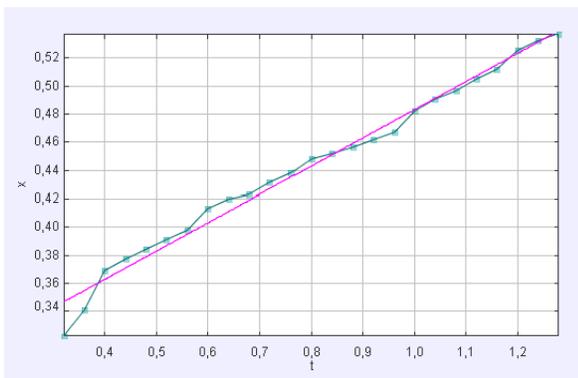
Berdasarkan data yang diimport ke Ms. Excel diperoleh laju rata-rata:  $v_1 = -1,24$  m/s;  $v_1' = 2,02 \times 10^{-1}$  m/s;  $v_2 = 0$  dan  $v_2' = -1,14 \times 10^{-3}$  m/s sehingga diperoleh nilai resistusi  $e = 0,189963$  dan momentumnya  $P = -1,24$  kg. m/s dan  $P' = 2,02 \times 10^{-1}$  kg. m/s.

### 3. Bola Kosong dan Bola diisi Pasir

Dengan massa bola kosong  $m_1 = 1$  g dan massa bola berisi pasir  $m_2 = 41,005$  g. Bola berisi pasir dalam keadaan diam dan bola kosong bergerak mendekatinya. Hasil analisisnya seperti berikut.



**Grafik 1.** Hasil tumbukan kelereng dan bola berisi pasir diam dengan grafik  $t$  dan  $x$  untuk posisi  $m_1$  sebelum tumbukan



**Grafik 2.** Hasil kelereng dan bola berisi pasir diam dengan grafik  $t$  dan  $x$  untuk posisi  $m_1$  setelah tumbukan

Berdasarkan data yang diimport ke Ms. Excel diperoleh laju rata-rata:  $v_1 = -1,087935633$  m/s;  $v_1' = 0,192131101$  m/s;  $v_2 = 0$  dan  $v_2' = -0,008213131$  m/s sehingga diperoleh nilai resistusi  $e = 0,184151$  dan momentumnya  $P = -1,087935633$  kg.m/s dan  $P' = 0,192131101$  kg.m/s.

#### 4. PENUTUP

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk kondisi pertama, yaitu bola bekel melaju menuju bola pasir yang berada dalam keadaan diam terjadi tumbukan lenting sempurna dengan  $e = 0,32475$  dan momentum sebelum tumbukan  $P = -1,14123091$  kg.m/s serta momentum setelah tumbukan  $P' = 0,239879151$  kg.m/s. Kondisi kedua, yaitu bola berisi pasir dalam keadaan diam dan kelereng bergerak mendekatinya terjadi tumbukan lenting sebagian dengan  $e = 0,189963$  dan momentum sebelum

tumbukan  $P = -1,24$  kg.m/s serta momentum setelah tumbukan  $P' = 2,02 \times 10^{-1}$  kg.m/s. Sedangkan kondisi ketiga, yaitu bola berisi pasir dalam keadaan diam dan bola kosong bergerak mendekatinya terjadi tumbukan lenting sebagian dengan  $e = 0,184151$  dan momentum sebelum tumbukan  $P = -1,087935633$  kg.m/s serta momentum setelah tumbukan  $P' = 0,192131101$  kg.m/s.

Besarnya koefisien bergantung pada maerial penyusun benda. Jika material penyusun bola lebih lunak, maka kelastisannya lebih besar sehingga koefisien resistusinya lebih besar pula

#### 5. REFERENSI

- Fatkhulloh, 2012 "Penentuan Koefisien Restitusi Menggunakan Video Based Laboratory dan Logger Pro 3.84," Yogyakarta
- Purwanti S. and Yudhiakto Pramudya, 2014 "Penentuan Koefisien Resitusi Tumbukan 2 Bola dengan Analisis Tracker," Yogyakarta
- Sinaga, P. 2017. "Newton's Cradle Experiment Using Video Tracking Analysis with Multiple Representation Approach