

# Bola Nirgesekan: Analisis Hukum Kelestarian Pusa pada Peristiwa Tumbukan Dua Dimensi

Akhmad Yusuf<sup>1,a)</sup>, Toni Kus Indratno<sup>2,b)</sup>

<sup>1,2</sup>Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains,  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan,  
Jl. Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan, Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta, Indonesia, 55164

<sup>a)</sup> yusuf.smart96@gmail.com

<sup>b)</sup> tonikus@staff.uad.ac.id

## Abstrak

*Hukum kelestarian pusa merupakan salah satu topik pembahasan fisika yang tak habis-habisnya untuk dibahas. Dikalangan sekolah menengah, peristiwa ini lebih sering dipelajari secara teoritik. Walaupun ada eksperimen, kebanyakan menggunakan kasus tumbukan satu dimensi. Salah satu penyebabnya adalah sulitnya peristiwa ini untuk diamati secara langsung, secara kasat mata. Pada penelitian ini, dilakukan analisis hukum kelestarian pusa pada peristiwa tumbukan dua dimensi. Biasanya yang sering dijadikan contoh adalah pada permainan karambol. Namun kali ini digunakan bola nirgesekan, bola yang bisa mengambang di udara untuk meniadakan gesekan dengan lantai. Analisis dilakukan dengan menggunakan video based laboratory (VBL) maka dengan mudah bisa dicari kecepatan sebelum dan setelah tumbukan terjadi. Dari data yang diperoleh kemudian dihitung pusa sebelum dan setelah tumbukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pusa selalu lestari, sebelum dan setelah tumbukan sama dengan kesalahan relatif sebesar 2,52%. Ini menunjukkan bahwa dengan meniadakan gesekan pada peristiwa tumbukan dua dimensi, hukum kelestarian pusa memang benar-benar berlaku.*

*Kata-kata kunci: hukum kelestarian pusa, tumbukan dua dimensi, video based laboratory*

## PENDAHULUAN

Hukum kelestarian pusa merupakan salah satu topik pembahasan fisika yang tak habis-habisnya untuk dibahas. Dikalangan sekolah menengah, peristiwa ini lebih sering dipelajari secara teoritik. Walaupun ada eksperimen, kebanyakan menggunakan kasus tumbukan satu dimensi. Salah satu penyebabnya adalah sulitnya peristiwa ini untuk diamati secara langsung, secara kasat mata. Pada penelitian ini, dilakukan analisis hukum kelestarian pusa pada peristiwa tumbukan dua dimensi. Biasanya yang sering dijadikan contoh adalah pada permainan karambol. Namun kali ini digunakan bola nirgesekan, bola yang bisa mengambang di udara untuk meniadakan gesekan dengan lantai.

## TUMBUKAN DUA DIMENSI

Kita melihat bahwa bahwa momentum sistem dua partikel adalah kekal asalkan sistemnya terisolasi. Untuk semua tumbukan dua partikel, hasil ini menandakan bahwa momentum pada arah x,y, dan z adalah kekal. Kelompok tumbukan yang penting adalah yang terjadi pada sebuah bidang. Permainan biliard adalah contoh terkenal yang melibatkan banyak tumbukan benda yang bergerak pada permukaan dua dimensi, didapatkan persamaan dalam bentuk komponen untuk kekekalan momentum:

$$m_1 v_{1ix} + m_2 v_{2ix} = m_1 v_{1fx} + m_2 v_{2fx} \quad (1)$$

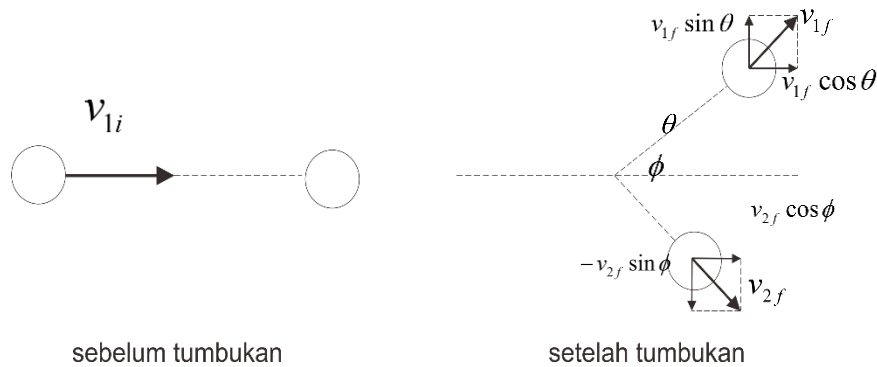
$$m_1 v_{1iy} + m_2 v_{2iy} = m_1 v_{1fy} + m_2 v_{2fy} \tag{2}$$

Pada persamaan (1) dan (2). Benda 1 bermassa  $m_1$  bertumbukkan dengan partikel 2 bermassa  $m_2$ , dimana partikel 2 awalnya berada dalam keadaan diam, dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah tumbukan, benda 1 bergerak pada sudut  $\theta$  terhadap horizontal dan benda 2 bergerak pada sudut  $\phi$  terhadap horizontal. Ini disebut tumbukan *menyerempet*. Dengan menerapkan hukum kekekalan momentum dalam bentuk komponennya dan mengingat bahwa komponen y dari momentum awal sistem dua benda adalah nol, kita dapatkan

$$m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \cos \theta + m_2 v_{2f} \cos \phi \tag{3}$$

$$0 = m_1 v_{1f} \sin \theta - m_2 v_{2f} \sin \phi \tag{4}$$

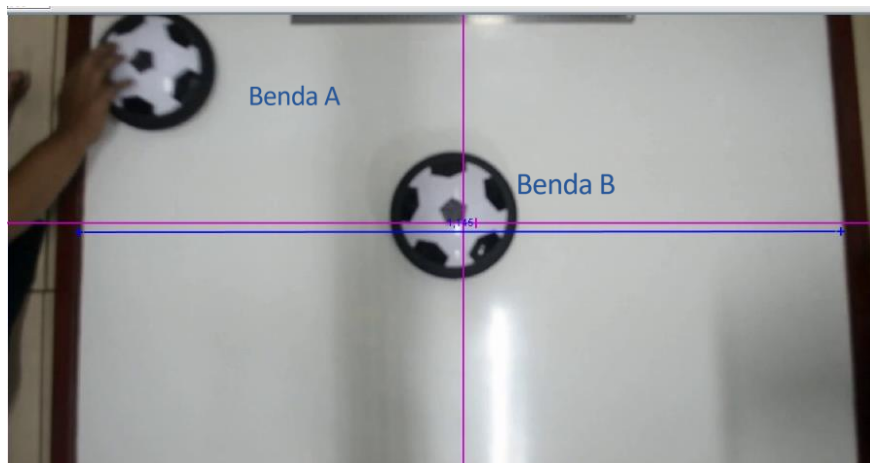
di mana tanda minus dalam persamaan (4) berasal dari fakta bahwa setelah tumbukan, benda 2 memiliki komponen kecepatan y yang mengarah kebawah [1].



Gambar 1. Tumbukan antar dua benda

### RANCANGAN ALAT

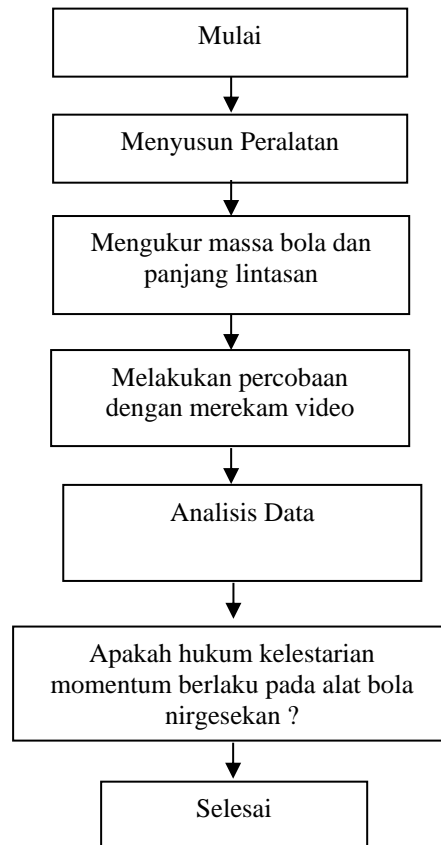
Dalam penelitian tumbukan dua dimensi menggunakan alat bola nirgesekan, alat dan bahan yang digunakan adalah bola nir gesekan, papan dan kamera untuk merekam peristiwa tumbukan dua dimensi. *Set-up* alat eksperimen ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tumbukan antar dua benda

## METODE EKSPERIMEN

Dalam pengambilan data eksperimen analisis hukum kelestarian momentum digambarkan melalui diagram alir pada gambar 3.

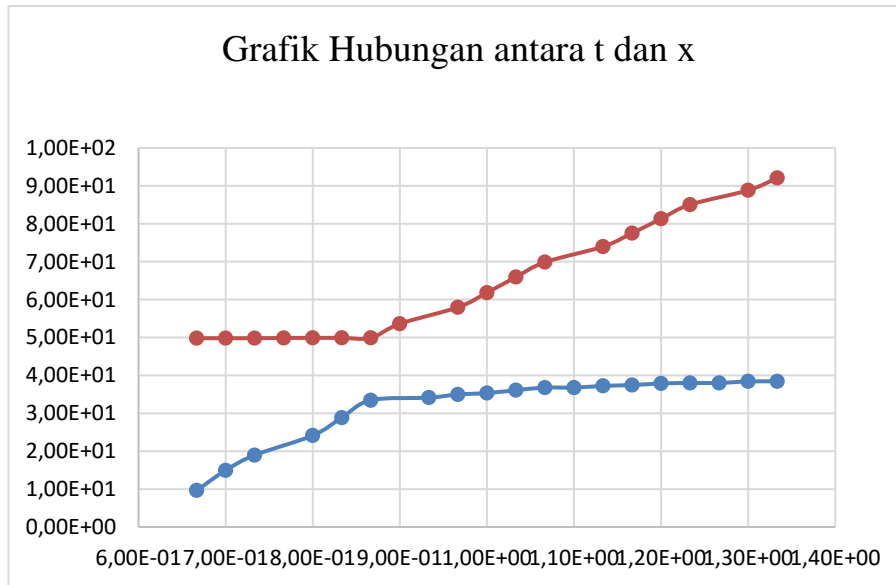


Gambar 3. Diagram alir teknik pengambilan data [2].

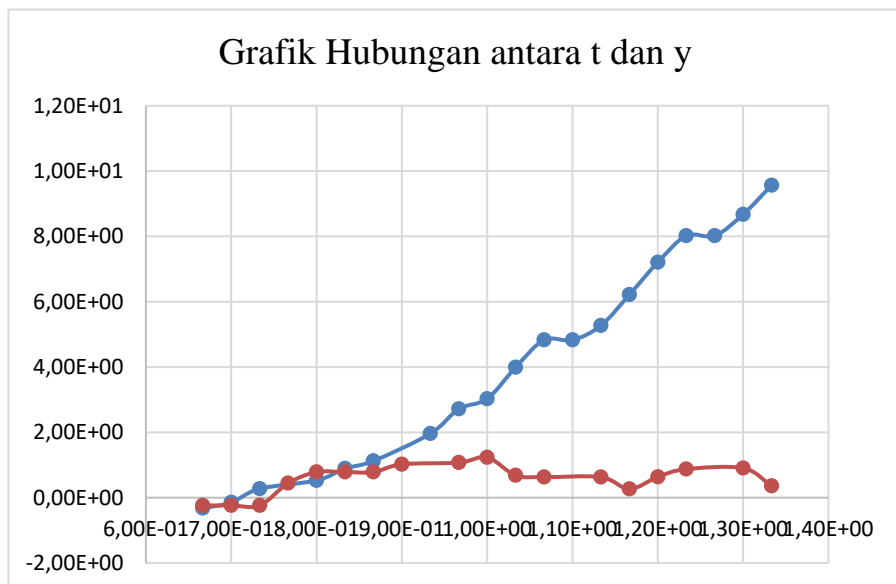
Penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Tracker 4.95, video eksperimen dianalisis untuk mengetahui kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan. Setelah kecepatan didapat, dilakukan analisis data untuk mengetahui besar momentum pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ , sehingga dapat ditentukan nilai momentum total dan ralat dari hukum kelestarian momentum pada peristiwa tumbukan dua dimensi.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran didapatkan massa bola nir gesekan sebesar  $0,30012 \text{ kg}$ . Sedangkan panjang lintasan papan adalah  $114,5 \text{ cm}$ .



Gambar 4. Grafik Hasil penelitian tumbukan dua dimensi hubungan antara t,x



Gambar 5. Grafik Hasil penelitian tumbukan dua dimensi hubungan antara t,y

Pada gambar 4 dan 5. Menjelaskan grafik dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada grafik tersebut terdapat dua garis berwarna biru dan merah. Garis yang berwarna biru menunjukkan data penelitian peristiwa yang terjadi pada benda A sedangkan pada garis yang berwarna merah menunjukkan data penelitian yang terjadi pada benda B.

Hasil yang didapat pada gambar 4 dan 5. Terdapat 2 komponen data pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ , data pada komponen sumbu  $x$  dari hasil regresi linier pada benda A nilai kecepatan sebelum tumbukan  $0,9680\text{ m/s}$  dan memiliki sudut sebesar  $12^\circ$ , setelah tumbukan nilai kecepatan  $0,4820\text{ m/s}$  dan sudut nya  $64^\circ$ . Pada benda B nilai kecepatan sebelum tumbukan  $1,0366\text{ m/s}$  dan memiliki sudut sebesar  $5,19^\circ$ , setelah tumbukan nilai kecepatan  $1,2759\text{ m/s}$  dan sudut nya  $16,6^\circ$ . Dari nilai tersebut dihasilkan momentum sebelum tumbukan  $0,594\text{ kg.m/s}$  dan nilai momentum setelah tumbukan sebesar  $0,43038\text{ kg.m/s}$ .

Sedangkan nilai pada komponen sumbu  $y$  dari hasil regresi linier pada benda A nilai kecepatan sebelum tumbukan  $1,0465\text{ m/s}$  dan memiliki sudut sebesar  $12^\circ$ , setelah tumbukan nilai kecepatan  $0,5995\text{ m/s}$  dan

sudut nya  $64^\circ$ . Pada benda B nilai kecepatan sebelum tumbukan  $1,0358 \text{ m/s}$  dan memiliki sudut sebesar  $5,19^\circ$ , setelah tumbukan nilai kecepatan  $0,3917 \text{ m/s}$  dan sudut nya  $16,6^\circ$ . Dari nilai tersebut dihasilkan sebelum tumbukan  $0,09342 \text{ kg.m/s}$  dan nilai momentum setelah tumbukan sebesar  $0,19523 \text{ kg.m/s}$ . Sehingga didapat nilai momentum total sebelum tumbukan sebesar  $0,601298 \text{ kg.m/s}$  dan nilai momentum setelah tumbukan sebesar  $0,616814 \text{ kg.m/s}$  dengan ralat relatif sebesar  $2,52\%$ .

Dari hasil penelitian nilai momentum total setelah tumbukan lebih besar dari nilai momentum sebelum tumbukan dikarenakan bola nirgesekan yang dapat bergerak keatas yang mengakibatkan bola nirgesekan memiliki kecepatan sebelum terjadinya tumbukan, hal tersebut yang mempengaruhi nilai momentum total sesudah tumbukan lebih besar dari nilai momentum total sesudah tumbukan.

## KESIMPULAN

. Hukum Kelestarian momentum berlaku pada peristiwa tumbukan dua dimensi pada alat bola nirgesekan dengan nilai momentum total sebelum tumbukan sebesar  $0,601298 \text{ kg.m/s}$  dan nilai momentum setelah tumbukan sebesar  $0,616814 \text{ kg.m/s}$  dengan nilai ralat relatif  $2,52\%$  dan baik digunakan sebagai media pembelajaran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Kepada Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains Universitas Ahmad Dahlan yang telah mendukung dalam merancang dan pengambilan data. Makalah ini didanai oleh Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan.

## REFERENSI

- [1] R. A. Serway dan J. W. Jewett, Fisika untuk Sains dan Teknik, Jakarta: Penerbit Salemba Teknika, 2009.
- [2] P. A. Wijaya, C. W. Lup dan E. J. Mustopa, "Rancang Bangun Alat Eksperimen Momentum dan Tumbukan," dalam *Seminar Kontribusi Fisika 2015*, Bandung, 2015.