

## Pembuatan Alat Percobaan Hukum II Newton dengan Sensor Cahaya Photodiode

Yohanes Radiyono<sup>1</sup>, Wirdiyatusyifa<sup>2\*</sup>, Ahmad Fauzi<sup>3</sup>, Surantoro<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret  
Jalan Ir. Sutami No. 36A, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Telp/Fax (0271) 648939

\*Corresponding author e-mail: [wirdya.syifa@student.uns.ac.id](mailto:wirdya.syifa@student.uns.ac.id)

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel :

Diterima 12 Desember 2020

Disetujui 23 Maret 2022

Diterbitkan 28 Mei 2022

#### Kata Kunci:

Alat peraga;  
Hukum II Newton;  
Sensor cahaya photodiode

### ABSTRAK

Jurnal ini menjelaskan pembuatan alat percobaan Hukum II Newton untuk menunjukkan hubungan antara percepatan, massa dan gaya dengan sensor cahaya photodiode. Alat ini dapat menghitung waktu dan kecepatan secara otomatis. Alat percobaan Hukum II Newton tersusun dari papan kayu sebagai lintasan yang panjangnya 1,2 m dan lebar 35 cm yang disetiap jarak 15 cm terdapat sensor cahaya photodiode yang berhadapan dengan LCD yang berjumlah 6 sensor cahaya photodiode dan 6 LED, trolley, blackbox bagian dalam berisi arduino uno yang berisi coding dan resistor, tombol push button. Laptop dihubungkan dengan blackbox untuk menampilkan data praktikum. Tombol push button terdapat pada blackbox yang digunakan untuk mereset data praktikum. Ketika trolley diluncurkan pada lintasan maka sensor pertama akan mendeteksi letak trolley, setelah sampai ke sensor terakhir kemudian tampilan layar pada laptop akan menampilkan data waktu dan kecepatan trolley saat bergerak. Dalam pengukuran percepatan menggunakan dua variasi yaitu massa trolley tetap dan gaya tetap. Alat percobaan ini memiliki keunggulan yaitu: mudah untuk digunakan dan alat ini dilengkapi dengan sensor cahaya photodiode. Selain itu keunggulan dari alat ini adalah pada saat praktikum tidak perlu menggunakan meteran dan stopwatch karena sudah terpasang pada sensor cahaya photodiode yang diletakkan setiap jarak 15 cm pada lintasan alat dan dapat menghitung waktu dan kecepatan otomatis sehingga data yang dihasilkan akan lebih akurat dan data tersebut akan langsung tertera pada layar LCD. Alat percobaan ini juga memiliki kekurangan yaitu alat ini lebih baik digunakan pada tempat yang redup (tidak terdapat banyak cahaya) karena cara kerja alat percobaan ini dengan membandingkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor photodiode. Jika mendapatkan banyak cahaya alat percobaan ini tidak akan bekerja secara maksimal.



© 2022 The Authors

This is an open access article under the CC BY license

### PENDAHULUAN

Menurut Sagala (2011, h.164), pembelajaran merupakan proses komunikasi dua arah, mengajar yang dilakukan oleh guru sebagai guru sebagai pendidik, sedangkan belajar dilakukan oleh peserta didik mempelajari ketrampilan dan pengetahuan tentang materi – materi pelajaran. Sedangkan proses

belajar mengajar menurut Sudjana (2001, h.2) merupakan proses komunikasi yaitu penyampaian informasi dari sumber informasi melalui media tertentu kepada penerima informasi. Hal yang paling penting dalam proses pembelajaran adalah terjadinya interaksi belajar antara guru dan siswa. Dari interaksi tersebut terjadi transfer knowledge antara keduanya. Penyampaian ilmu pengetahuan dapat disampaikan dalam berbagai model, metode, dan strategi

pembelajaran. Ilmu pengetahuan juga dapat lebih mudah disampaikan guru dengan menggunakan bantuan media pembelajaran (Rohmani, Sunarno & Sukarmin, 2015, h.153).

Alat peraga merupakan salah satu dari media pembelajaran berupa alat atau bahan yang digunakan dalam memvisualisasikan suatu konsep tertentu oleh pembelajar untuk: 1) membantu pembelajar dalam meningkatkan keterampilan dan pengetahuan pembelajar; 2) mengilustrasikan dan memantapkan pesan dan informasi; dan 3) menghilangkan ketegangan dan hambatan dan rasa malas peserta didik (Asyar dalam Desnita, Rochaeni & Raihanati, 2015, h.71). Munandi (dalam Rohmani, Sunarno & Sukarmin, 2015, h.153) berpendapat bahwa penggunaan media atau alat bantu sangat membantu aktivitas proses pembelajaran baik di dalam maupun di luar kelas, terutama membantu peningkatan prestasi belajar siswa dan menurut Fitri, Desnita & Raihanati (2015, h.76) mengungkapkan bahwa alat peraga dapat membantu dalam memvisualisasikan sesuatu yang tidak dapat atau sukar dilihat oleh siswa.

Berdasarkan hasil pengamatan di SMA Negeri 1 Karanganyar terlihat kurangnya pemberdayaan dan pengembangan alat peraga pada pembelajaran fisika yang mengakibatkan pembelajaran yang kurang efektif sehingga terjadi banyak keluhan dari siswa karena pembelajaran yang dirasa monoton dan membosankan. Hal ini tidak sesuai kurikulum 2013, dimana pembelajaran bertujuan untuk menciptakan suasana belajar yang berbeda dan tidak membosankan. Berdasarkan uraian di atas peneliti menganggap perlu adanya media ajar pendukung pelajaran fisika sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yaitu alat peraga di SMA untuk mendukung proses pembelajaran Fisika. Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran Fisika dapat membuat siswa belajar dengan mendapatkan pengalaman langsung, dapat menjelaskan suatu ide pokok, prinsip kerja, gejala, atau hukum alam dan dapat membangun pemahaman dengan sendirinya. Pemanfaatan alat peraga dalam pembelajaran Fisika dapat dilakukan melalui kegiatan praktikum. Melalui kegiatan praktikum dapat melatih kemampuan siswa melalui pendekatan ilmiah yang meliputi, mengamati, menanya, mencoba, mengolah, dan aspek keterampilan.

Hukum Newton tentang gerak merupakan materi yang diberikan pada kelas X SMA. Dasar-dasar mengenai pergerakan benda seringkali menyebabkan siswa sulit untuk membayangkan gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda. Dengan demikian, alat peraga hukum Newton diperlukan sebagai media pembelajaran di sekolah. Salah satu contoh alat peraga hukum Newton tentang gerak adalah alat peraga untuk menghitung percepatan

benda berdasarkan Hukum II Newton. Percepatan yang dimiliki oleh suatu benda mempunyai hubungan dengan prinsip hukum Newton tentang gerak khususnya Hukum II Newton. Dengan alat peraga tersebut dapat digunakan untuk menentukan nilai percepatan trolley yang dihitung menggunakan persamaan gerak lurus berubah beraturan dan Hukum II Newton, untuk mengetahui bagaimana pengaruh percepatan trolley terhadap penambahan massa beban ( $m_2$ ) dan untuk bagaimana pengaruh percepatan trolley terhadap penambahan massa trolley ( $m_1$ ) Pembuatan alat peraga Hukum II Newton bertujuan agar siswa membangun pemahaman dengan sendirinya melalui pengalaman langsung pada kegiatan praktikum.

Pengembangan alat percobaan Hukum II Newton pernah dibuat oleh Rochaeni, Desnita & Raihanati (2015, h.71) berbasis sensor inframerah. Alat peraga Hukum Newton dan Aplikasinya secara umum sudah sangat baik dan mendapat respon positif dari siswa. Alat peraga ini mampu memvisualisasikan sifat kelembaman berdasarkan hukum pertama Newton dan menentukan koefisien gesek kinetik pada hukum kedua Newton. Namun, keterbatasan alat peraga ini adalah jarak jangkauan benda bergerak relatif pendek, dan bidang papan untuk benda bergerak terdapat sambungan di tengahnya, sehingga dapat mengganggu kelancaran benda bergerak.

Pengembangan alat percobaan Hukum II Newton juga dibuat oleh dilakukan oleh Shiha & Prabowo (2014, h.180) dengan hasil pengembangan alat peraga percepatan benda dinyatakan layak digunakan untuk menunjang pembelajaran Fisika pada materi hukum Newton tentang gerak. Alat peraga percepatan benda yang dikembangkan memiliki persentase kelayakan sebesar 75,46% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan validitas kelayakan alat peraga percepatan benda dinyatakan layak digunakan. Berdasarkan hasil analisis uji coba terbatas alat peraga percepatan benda terhadap 15 siswa SMA, didapatkan nilai tertinggi sebesar 89,8 dan terendah 76,9. Siswa memberikan respons sangat positif terhadap penggunaan alat peraga percepatan benda dalam kegiatan pembelajaran yaitu sebesar 91%. Namun, pada alat peraga percepatan benda terdapat beberapa kelemahan salah satunya pengamatan waktu sehingga diperlukan modifikasi lebih lanjut seperti memberi penyekat yang dapat dipindah-pindah pada titik akhir lintasan sehingga pengukuran jarak dan waktu akan lebih optimal.

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa orang membuat peneliti juga ingin mengembangkan alat peraga untuk menghitung percepatan benda berdasarkan Hukum II Newton untuk peraga atau alat praktikum. Yang membedakan disini adalah peneliti akan membuat alat peraga untuk

menghitung percepatan benda berdasarkan Hukum II Newton dengan penghitung waktu dan kecepatan otomatis menggunakan sensor cahaya photodiode.

Hal yang mendasari peneliti untuk membuat alat ini adalah pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Sebelas Maret, alat peraga Fisika Hukum II Newton yang digunakan saat praktikum sudah tidak berfungsi dengan baik, alat tersebut masih menggunakan meteran untuk mengukur jarak sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam proses praktikum dan nilai waktu yang ditampilkan pada blackbox tidak stabil sehingga hasil menjadi tidak akurat. Dengan bantuan sensor cahaya photodiode, maka waktu yang diperoleh saat praktikum akan lebih akurat dan dapat menghitung kecepatan secara otomatis.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan suatu alat peraga yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika yang mudah dalam penggunaannya. Alat peraga yang akan peneliti kembangkan adalah alat peraga Hukum II Newton.

### METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode penelitian ini untuk menghitung percepatan trolley berdasarkan Hukum II Newton dengan menggunakan sensor cahaya photodiode yang sudah dilengkapi dengan sensor cahaya photodiode sehingga jarak dan penghitung waktu dilakukan secara otomatis, sehingga tidak perlu menggunakan stopwatch dan meteran.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

Data Percobaan dengan Massa Tetap

a. Massa beban gantung = 60 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 1. Data Pengamatan dengan Massa Beban Gantung 60 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.3	0.5
30.00	0.55	0.54
45.00	0.75	0.6
60.00	0.95	0.63
75.00	1.02	0.73

b. Massa beban gantung = 70 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 2. Data Pengamatan dengan Massa Beban Gantung 70 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.23	0.64
30.00	0.45	0.66

45.00	0.61	0.73
60.00	0.78	0.77
75.00	0.86	0.87

c. Massa beban gantung = 80 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 3. Data Pengamatan dengan Massa Beban Gantung 80 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.23	0.65
30.00	0.42	0.72
45.00	0.56	0.81
60.00	0.7	0.86
75.00	0.74	1.01

d. Massa beban gantung = 90 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 4. Data Pengamatan dengan Massa Beban Gantung 90 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.21	0.71
30.00	0.38	0.8
45.00	0.5	0.9
60.00	0.63	0.96
75.00	0.65	1.15

e. Massa beban gantung = 100 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 5. Data Pengamatan dengan Massa Beban Gantung 100 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.18	0.84
30.00	0.33	0.92
45.00	0.44	1.02
60.00	0.56	1.08
75.00	0.6	1.25

Data Percobaan dengan Gaya Tetap

a. Massa beban gantung = 100 gram

Massa trolley = 171,5 gram

Tabel 6. Data Pengamatan dengan Massa Trolley 171,5 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.16	0.91
30.00	0.3	1.01
45.00	0.39	1.15
60.00	0.49	1.22
75.00	0.54	1.39

b. Massa beban gantung = 100 gram

Massa trolley = 221,5 gram

Tabel 7. Data Pengamatan dengan Massa Trolley 221,5 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.19	0.81
30.00	0.34	0.9
45.00	0.45	1
60.00	0.56	1.07
75.00	0.61	1.23

- c. Massa beban gantung = 100 gram  
 Massa trolley = 271,5 gram

Tabel 8. Data Pengamatan dengan Massa Trolley 271,5 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.21	0.72
30.00	0.38	0.8
45.00	0.52	0.86
60.00	0.65	0.92
75.00	0.68	1.11

- d. Massa beban gantung = 100 gram  
 Massa trolley = 321,5 gram

Tabel 9. Data Pengamatan dengan Massa Trolley 321,5 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.25	0.6
30.00	0.45	0.67
45.00	0.61	0.74
60.00	0.77	0.78
75.00	0.82	0.91

- e. Massa beban gantung = 100 gram  
 Massa trolley = 371,5 gram

Tabel 10. Data Pengamatan dengan Massa Trolley 371,5 gram

Jarak	Waktu	Kecepatan
15.00	0.28	0.53
30.00	0.53	0.57
45.00	0.73	0.62
60.00	0.93	0.65
75.00	1.02	0.74

### 3.2. Analisis Data

Untuk menghitung besarnya percepatan benda digunakan metode grafik yaitu grafik hubungan antara kecepatan benda terhadap waktu. Gradien (kemiringan garis) dari grafik kecepatan benda terhadap waktu merupakan nilai percepatan benda.

1. Menghitung Percepatan dengan Massa Tetap

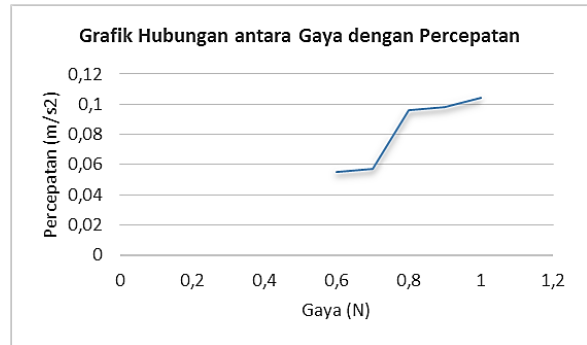
Tabel 11. Data Gaya dan Percepatan pada Massa Tetap

Gaya (N)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
0,6	0,055
0,7	0,057
0,8	0,096
0,9	0,098
1,0	0,104

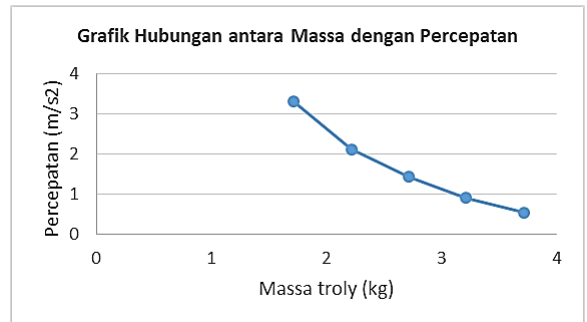
2. Menghitung Percepatan dengan Gaya Tetap

Tabel 12. Data Gaya dan Percepatan pada Gaya Tetap

Massa (kg)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
1,715	3,312
2,215	2,122
2,715	1,424
3,215	0,902
3,715	0,544



Gambar 1. Grafik hubungan antara gaya dengan percepatan



Gambar 2. Grafik hubungan antara massa dengan percepatan

### 3.3. Pembahasan

Pada pembuatan alat percobaan Hukum II Newton dengan sensor cahaya photodiode memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui bahwa alat percobaan Hukum II Newton dengan sensor cahaya photodiode dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan, massa dan gaya. Pada percobaan hukum II Newton ini digunakan variasi massa pada kegiatan 1 dengan variasi massa beban dan pada kegiatan 2 dengan variasi massa trolley.

Prinsip dasar pada alat praktikum ini berdasarkan Hukum II Newton, yang menyatakan bahwa percepatan sebuah benda berbanding terbalik dengan massa dan sebanding dengan gaya luar netto yang bekerja padanya (Tipler, 1998: 91). Benda yang bergerak pada lintasan lurus akan menyebabkan perubahan gerak benda. Penyebab perubahan gerak benda adalah gaya. Bila gaya bekerja pada benda, maka geraknya akan berubah atau timbul percepatan. Percepatan suatu benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja padanya.

$$a \sim F \quad [1]$$

besarnya percepatan berbanding terbalik dengan massanya.

$$a \sim \frac{1}{m} \quad [2]$$

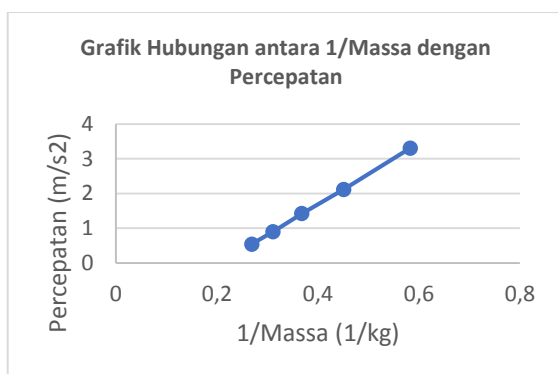
dengan demikian dapat dihubungkan antara massa, percepatan dan gaya melalui rumusan matematika dari Hukum II Newton

$$a = \frac{\sum F}{m} \quad [3]$$

(Serway, 2014, h.175)

Berdasarkan grafik hubungan antara percepatan dengan gaya yang dihasilkan pada percobaan, dapat diketahui bahwa grafik tersebut sudah linier. Dimana sumbu x merupakan percepatan dan sumbu y merupakan gaya. Sehingga dari grafik tersebut dapat diketahui jika gaya bertambah maka percepatan akan bertambah besar pula dan dapat diambil kesimpulan bahwa percepatan benda berbanding lurus dengan gaya.

Berdasarkan grafik hubungan antara percepatan dengan massa trolley pada percobaan, dapat diketahui bahwa sumbu x merupakan percepatan dan sumbu y merupakan massa trolley. Dari grafik dapat diketahui semakin besar massa trolley maka percepatannya akan semakin kecil atau dapat disimpulkan bahwa percepatan berbanding terbalik dengan m atau percepatan berbanding lurus dengan  $\frac{1}{m}$ . Sehingga dari grafik yang ditampilkan belum linier maka harus dilinearkan dulu dengan mengganti m menjadi  $\frac{1}{m}$ .



Gambar 3. Grafik hubungan antara 1/massa dengan percepatan

hal ini sesuai dengan hukum II Newton bahwa percepatan berbanding terbalik dengan massa.

Berdasarkan hubungan antara massa dengan percepatan, serta gaya dan percepatan maka diperoleh hubungan bahwa dan , hal ini sesuai dengan Hukum II Newton, dimana hubungan antara massa, percepatan dan gaya dapat dituliskan secara matematis menjadi:

$$a = \frac{\sum F}{m} \quad [4]$$

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembuatan alat percobaan Hukum II Newton dengan sensor cahaya photodiode ini, bahwa alat percobaan Hukum II Newton dengan sensor cahaya photodiode

dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan, massa dan gaya. Berdasarkan data dan grafik dalam percobaan didapatkan kesimpulan, percepatan berbanding terbalik dengan massa ( $a \sim \frac{1}{m}$ ) dan berbanding lurus dengan gaya ( $a \sim F$ ). Hubungan antara massa, gaya dan percepatan dapat dirumuskan matematis dalam Hukum II Newton yaitu  $a = \frac{\sum F}{m}$ .

Saran pada alat percobaan Hukum II Newton menggunakan sensor cahaya photodiode dalam penggunaannya lebih baik digunakan pada tempat yang redup (tidak terdapat banyak cahaya) karena cara kerja alat percobaan ini dengan membandingkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor photodiode. Jika mendapatkan banyak cahaya alat percobaan ini tidak akan bekerja secara maksimal dan sebaiknya peneliti melakukan percobaan ditempat yang tinggi sehingga trolley bisa berjalan hingga mencapai ujung lintasan. Lebih diperhatikan lagi saat melepaskan troli, sehingga hasil waktu, kecepatan dan percepatannya lebih akurat.

### Daftar Pustaka

- Fitri, U.R., Desnita & Raihanati. (2015). Pengembangan Alat Peraga Momentum dengan Sistem Sensor. *JPPPF – Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1 (2), 75 - 79.
- Rochaeni, S., Desnita & Raihanati. (2015). Pengembangan Alat Peraga Fisika SMA Materi Hukum Newton dan Aplikasinya. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015*, (4), 71 - 75.
- Rohmani., Sunarno, W & Sukarmin. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif Terintegrasi dengan LKS Pokok Bahasan Hukum Newton Tentang Gerak Kelas X SMA/MA. *Jurnal Inkuiri*, 4 (1), 152 - 162.
- Sagala, S. (2011). *Kemampuan Profesional Guru dan Tenaga Kependidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Serway, R., John, W & Jewett, Jr. (2014). *FISIKA Untuk Sains dan Teknik Buku 1 Edisi 6 (diterjemahkan oleh Chriswan Sungkono)*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Shiha, S.N & Prabowo. (2014). Pengembangan Alat Peraga Percepatan Benda untuk Menunjang Pembelajaran Fisika pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 2 (3), 180 - 184.
- Sudjana, N. (2009). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algesindo