

Makalah Pendamping	Peran Pendidik Dalam Menumbuhkan Literasi Sains dan Digital diEra Normal Baru	ISSN : 2527-6670
-------------------------------	--	-------------------------

Design Of The Collision Teaching Aid with Ultrasonic HC-SR04 Sensor Based on Multirepresentation

Nurul Tri Rahayu¹, Siska Desy Fatmaryanti², Umi Pratiwi³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Purworejo,

Jl. K.H. Ahmad Dahlan No.3 Purworejo 54111, Indonesia

e-mail: ¹nurultrirahayu53@gmail.com; ²siskadesy@umpwr.ac.id;

³umisalfa2011@gmail.com

Abstrak

Tumbukan dua buah benda merupakan salah satu konsep fisika yang membutuhkan visualisasi dan kemampuan representasi yang baik. Alat peraga tumbukan berbasis mikrokontroler hingga saat ini belum banyak dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat suatu desain alat peraga tumbukan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04 berbasis multirepresentasi sebagai alternatif peraga dalam pembelajaran fisika yang disertai dengan panduan dan petunjuk penggunaannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengadaptasi 2 langkah pada model pengembangan 4D; yaitu pada tahapan pendefinisian (*Define*) dan tahap perancangan (*Design*). Adapun instrumen yang digunakan berupa tabel pengamatan kecepatan benda, momentum benda, koefisien restitusi benda, dan lembar validasi alat peraga maupun panduan penggunaan. Berdasarkan hasil penelitian, telah dihasilkan desain alat peraga tumbukan, buku panduan percobaan, buku petunjuk penggunaan alat, serta soal berbasis multirepresentasi. Alat peraga yang didesain diharapkan dapat dilanjutkan sampai tahap *development* dan *deseminate* pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: *Tumbukan, Momentum, Ultrasonik HC-SR04, Multirepresentasi*

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 tertentu. Untuk memudahkan proses analisis dan penjelasan fenomena alam tersebut, fisikawan biasanya menggunakan berbagai bentuk representasi (Fatmaryanti, & Nugraha, 2019). Hal tersebut sejalan dengan Dolin (Fatmaryanti & Sarwanto, 2015) yang menyatakan bahwa penggunaan representasi dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan peserta didik dalam belajar fisika. Hal ini terkait bahwa setiap individu memiliki kemampuan representasi yang berbeda-beda atau kemampuan spesifik yang lebih menonjol dibandingkan dengan kemampuan lainnya, sehingga diperlukan pembelajaran yang menyajikan berbagai bentuk representasi untuk mempertajam dan mengokohkan konsep yang dipelajari karena makna suatu konsep akan lebih jelas ketika disajikan dalam bentuk multirepresentasi.

Multirepresentasi merupakan sebuah kegiatan penyajian konsep melalui berbagai cara, bentuk atau format yang berbeda baik itu verbal, gambar, grafik maupun matematis

(Firmando, Fakhruddin, & Syahril, 2016). Beberapa representasi dapat digunakan untuk memudahkan siswa memahami konsep yang kurang jelas. Menurut Cock (Fatmaryanti & Sarwanto, 2015) penggunaan beberapa representasi dalam pembelajaran dapat memberikan banyak konteks bagi peserta didik untuk memahami suatu konsep. Melalui multirepresentasi pembelajaran fisika tidak hanya fokus pada pemahaman matematis, namun dapat mengkomunikasikan konsep yang dipahaminya secara verbal. Hal tersebut diperkuat oleh (Tms & Sirait, 2016) yang mengemukakan bahwa banyak peserta didik sukses menyelesaikan masalah yang didahului dengan proses visualisasi menggunakan sketsa atau diagram daripada langsung menggunakan penyelesaian matematis. Kemampuan visual ini dapat dikembangkan melalui serangkaian proses pembelajaran berbasis aktivitas olah tangan (*hands-on activity*) melalui kegiatan praktikum menggunakan alat peraga.

Melalui penggunaan alat peraga, hal-hal yang abstrak dapat disajikan dalam bentuk konkrit sehingga materi pembelajaran yang disampaikan dapat dipahami dengan mudah oleh peserta didik. Salah satu materi pembelajaran fisika yang membutuhkan alat peraga yaitu materi tumbukan dan momentum. Peristiwa tumbukan berlangsung dalam waktu yang relatif singkat tetapi bukan berarti tidak dapat dianalisis, sehingga diperlukan alat bantu yang baik untuk mengambil data tumbukkan tersebut agar dapat dianalisis dengan baik. Beberapa kesulitan yang dialami oleh peserta didik dalam memahami konsep tumbukan menurut (Prihartanti, Yuliati, & Wisodo, 2017) diantaranya, peserta didik lemah dalam mengaitkan persamaan fisika dengan penerapannya pada fakta sehari-hari, misalnya salah menginterpretasi momentum dan energi kinetik benda yang bertumbukan. Hal tersebut juga dialami oleh mahasiswa Universitas Muhammadiyah Purworejo.

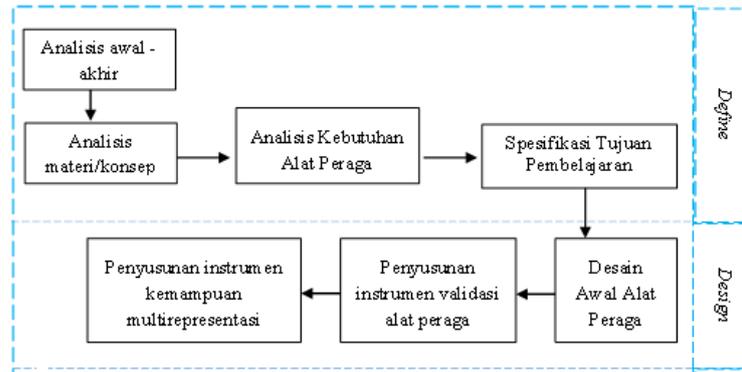
Berdasarkan penelitian yang telah dikaji oleh Nurfadilah,dkk (2019) beberapa sekolah sudah memiliki alat peraga sederhana namun masih bersifat manual, salah satunya yaitu alat peraga tumbukan. Pelaksanaan praktikum tumbukan terbatas pada kegiatan menjatuhkan bola ke lantai. Selain keterbatasan alat ukur, waktu reaksi pengamat untuk mencatat waktu maupun posisi benda jatuh tidak tepat sehingga mempengaruhi akurasi data yang diperoleh.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu perlu adanya alat peraga berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali sistem yang kemudian diintegrasikan dengan sensor. Sensor merupakan sebuah perangkat atau device yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital (Rohmanu & Widiyanto, 2018)Kegiatan pembelajaran menggunakan alat peraga berbasis sensor akan memudahkan pembacaan data dan meminimalkan kesalahan pembacaan data yang disebabkan adanya *human error*.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, peneliti tertarik untuk melakukan "Desain Alat Peraga Tumbukan Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Multirepresentasi".

Metode Penelitian

Penelitian ini mengadaptasi 2 langkah pada model pengembangan 4D; yaitu pada tahap pendefinisian (*Define*) dan tahap perancangan (*Design*). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tabel pengamatan kecepatan benda, momentum benda, koefisien restitusi benda, dan lembar validasi alat peraga maupun panduan penggunaan. Prosedur penelitian ini disajikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Prosedur Penelitian

Kelayakan alat peraga ditinjau berdasarkan hasil validitas dan uji coba alat peraga. Hasil validitas diolah menggunakan teknik analisis data seperti disajikan pada persamaan (1).

$$\text{persentase}(\%) = \frac{\sum f_m}{\sum f_a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

$\sum f_m$ = jumlah frekuensi aktivitas yang muncul

$\sum f_a$ = jumlah frekuensi seluruh aktivitas

Nilai yang diperoleh selanjutnya dikonversi ke dalam skala yang bersifat kualitatif sesuai Tabel 1 agar dapat diketahui kelayakan alat peraga.

Tabel 1. Acuan Pengubahan Nilai Menjadi Skala Empat

No	Interval Skor	Interpretasi
1	0,00-1,69	Kurang Baik
2	1,70-2,59	Sedang
3	2,60-3,50	Baik
4	3,51-4,00	Sangat Baik

Uji coba yang nantinya dilakukan meliputi uji kalibrasi sensor dan uji coba alat peraga tumbukan. Hasil Uji coba akan diolah menggunakan teknik persentase kesalahan menggunakan persamaan (2).

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{nilai sebenarnya} - \text{nilaiterukur}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

A. Tahap 1: Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan dalam proses perancangan alat peraga, serta mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan alat yang akan didesain dan kemampuan multirepresentasi. Pada tahap ini dibagi menjadi beberapa langkah yang meliputi :

1. Analisis Awal Akhir

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan dasar yang dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran fisika di Universitas Muhammadiyah Purworejo,

meliputi permasalahan kegiatan praktikum fisika dasar terutama pada pokok bahasan tumbukan dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa.

2. Analisis Topik/ Materi

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan merinci materi yang digunakan sebagai bahan dalam perancangan alat peraga. Materi yang dipilih dalam desain alat peraga ini yaitu pada bahasan momentum khususnya materi tumbukan lenting sempurna.

3. Analisis Kebutuhan Alat Peraga

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan alat peraga di Laboratorium Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo untuk mengetahui secara detail alat peraga tumbukan yang digunakan. Hasil dari analisis ini akan dijadikan sebagai pedoman untuk merancang alat peraga tumbukan.

4. Perumusan Tujuan Pembelajaran

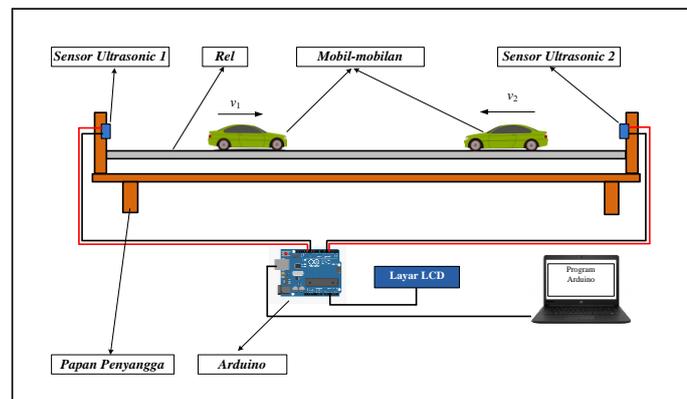
Tahap ini dilakukan setelah analisis awal, analisis materi dan analisis kebutuhan alat peraga, sehingga dapat ditetapkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Alat peraga yang didesain ini diharapkan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep tumbukan melalui berbagai bentuk representasi.

B. Tahap 2: Perancangan (*Design*)

Perancangan merupakan langkah untuk menentukan bentuk alat peraga yang akan didesain agar dapat terselesaikan secara terstruktur dan sistematis. Pada tahap ini dibagi menjadi tiga tahapan, meliputi:

1. Perancangan sistem

Skema alat peraga peraga tumbukan terdiri dari beberapa komponen dan rangkaian sensor yang dirangkai seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Alat Peraga Tumbukan

Desain alat peraga yang dirancang memiliki ukuran 95cm x 22cm x 23cm dengan menggunakan papan kayu. Lintasan rel yang digunakan sebagai peluncur didesain menggunakan besi, sedangkan troli yang akan digunakan menggunakan bahan akrilik. Pada bagian sisi kanan dan sisi kiri papan terdapat sensor Ultrasonik yang berfungsi sebagai pengukur jarak. Sisi lain yaitu pada bagian atas papan dipasang LCD dan *push button* yang dihubungkan dengan Arduino Uno. Desain alat peraga tumbukan nantinya dapat digunakan untuk menentukan besaran kecepatan benda, momentum benda, dan koefisien restitusi benda.

Selain desain alat peraga, buku panduan dan buku petunjuk disusun guna mempermudah praktikan dalam melakukan praktikum dan memuat penjelasan singkat mengenai alat peraga. Buku panduan memuat tujuan percobaan, langkah-langkah percobaan, analisis hasil percobaan, pembahasan, dan kesimpulan. Pada analisis data dan pembahasan di buku panduan juga mencakup aspek multirepresentasi yang meliputi representasi matematis, representasi verbal, representasi gambar, dan representasi grafik. Sedangkan buku petunjuk berfungsi sebagai petunjuk dalam mengoperasikan alat peraga tumbukan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04. Buku ini memuat bagian-bagian alat peraga, petunjuk penggunaan alat peraga, prinsip kerja alat peraga, *output* yang muncul pada alat peraga, dan keselamatan kerja.

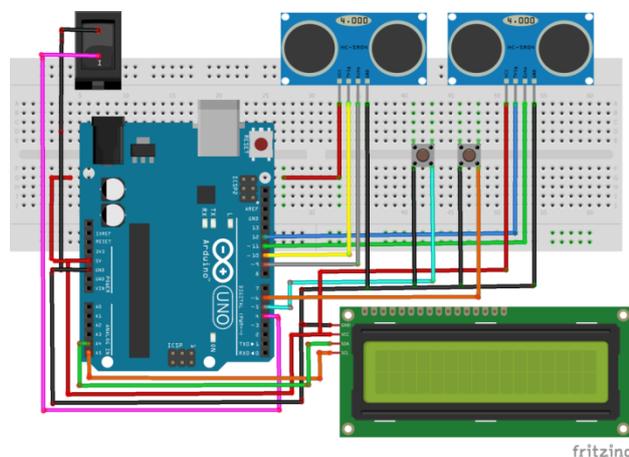
Tampilan desain buku panduan disajikan pada Gambar 3a dan tampilan buku petunjuk disajikan pada Gambar 3b.



Gambar 3. (a) Desain Buku Panduan, (b) Desain Buku Petunjuk

2. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) Rangkaian

Komponen yang digunakan dalam desain alat peraga tumbukan terdiri dari Arduino, sensor Ultrasonik HC-SR04, *Push Button*, LCD, dan *Bread Board*. Hasil skema rangkaian alat peraga tumbukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 disajikan pada Gambar 4.

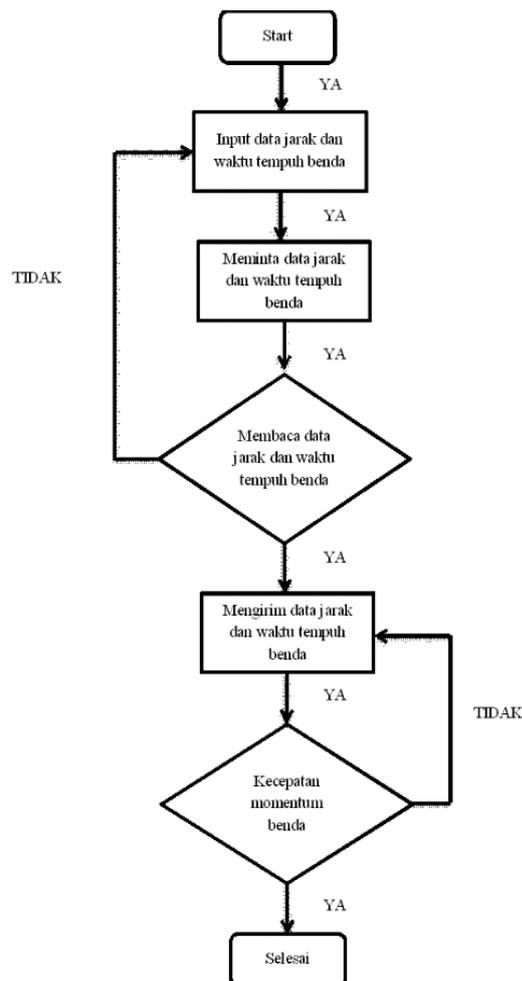


Gambar 4. Skema Rangkaian *Hardware* Alat Peraga

Rangkaian *Hardware* pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semua komponen dikendalikan oleh Arduino Uno. Kedua sensor Ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi jarak yang kemudian diolah menggunakan rumus untuk mendapatkan hasil kecepatan dan momentum benda. *Liquid Crystal Display* (LCD) berfungsi sebagai penampil *output* keluaran dari pembacaan sensor, *Push Button* digunakan sebagai tombol untuk menampilkan opsi/ pilihan, sedangkan saklar berfungsi sebagai tombol OK.

3. Perancangan *Software* Sistem

Perancangan *software* dilakukan menggunakan pemrograman Arduino 1.8.5. *Flowchart* alat peraga tumbukan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Flowchart* Alat Peraga Tumbukan

Gambar 5 menunjukkan diagram alir dari alat peraga tumbukan yang diprogram menggunakan Arduino guna memberikan perintah atau membaca luaran dari sensor alat peraga. Secara prinsip bahwa alat peraga tumbukan ini menggunakan konsep gerak lurus suatu benda, jika benda melakukan gerak pada waktu tertentu dan lintasan tertentu akan diperoleh kecepatan v , sehingga jika kedua benda bertemu pada suatu titik dan terjadi tumbukan maka akan diperoleh momentum sebelum dan setelah benda bertumbukan.

Selain desain alat peraga, buku panduan, dan buku petunjuk terdapat juga penyusunan instrumen berupa instrumen validasi alat peraga dan instrumen soal

multirepresentasi. Instrumen validasi alat peraga meliputi aspek penilaian ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi alat, estetika, keamanan, dan kit alat peraga. Instrumen soal yang akan disusun memiliki kisi-kisi yang berkaitan dengan indikator multirepresentasi pada materi tumbukan dan momentum. Indikator validasi soal kemampuan multirepresentasi meliputi: 1) Kesesuaian dengan materi, 2) Kesesuaian dengan indikator multirepresentasi, 3) Keterbacaan, dan 4) Kebahasaan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, telah dihasilkan desain alat peraga tumbukan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04 berbasis multirepresentasi yang disertai buku petunjuk dan buku panduan percobaan. Desain dari alat peraga ini nantinya dapat digunakan untuk menentukan berbagai besaran seperti kecepatan benda, momentum benda, dan koefisien restitusi. Alat peraga yang didesain diharapkan dapat dilanjutkan pada tahap *development* dan *deseminate* pada penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- Fatmaryanti, S. D., & Nugraha, D. A. (2019, February). Using Multiple Representations Model to Enhance Student's Understanding in Magnetic Field Direction Concepts. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1153, No. 1, p. 012147). IOP Publishing.
- Fatmaryanti, S. D., & Sarwanto, S. (2015). Profil Kemampuan Representasi Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 1(1), 20-22.
- Finnajah, M., Kurniawan, E. S., & Fatmaryanti, S. D. (2016). Pengembangan Modul Fisika SMA Berbasis Multi Representasi Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI IIS 2 SMA Negeri 1 Prembun Tahun Ajaran 2015/2016. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 8(1), 22-27.
- Firmando, P., Fakhruddin, F., & Syahril, S. (2016). Efektivitas Penerapan Pembelajaran IPA Fisika Berbasis Multirepresentasi terhadap Pemahaman Konsep pada Materi Cahaya Kelas VIII di SMPN 12 Pekanbaru (Doctoral dissertation, Riau University).
- Nurfadilah, N., Ishafit, I., Herawati, R., & Nurulia, E. (2019). Pengembangan Panduan Eksperimen Fisika Menggunakan Smartphone dengan Aplikasi Phythox Pada Materi Tumbukan. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 10(2), 101-107.
- Prihartanti, D., Yuliati, L., & Wisodo, H. (2017). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Konsep Impuls, Momentum, dan Teorema Impuls Momentum. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(8), 1149-1159.
- Rohmanu, A., & Widiyanto, D. (2018). Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino ATMEGA328. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 3(1), 7-14.
- Tms, H., & Sirait, J. (2016). Representations Based Physics Instruction to Enhance Students' Problem Solving. *American Journal of Educational Research*, 5.