



## PERANCANGAN ALAT PERAGA HUKUM HOOKE BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA

Muhammad Masyruhan<sup>1)\*</sup>, Umi Pratiwi<sup>2)</sup>, Yusro Al Hakim<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Purworejo, Jl. K.H.A. Dahlan No. 3 Purworejo

[\\*muhammadmasyruhan18@gmail.com](mailto:*muhammadmasyruhan18@gmail.com)

Nomor Handphone: 085729502319

Dikirimkan: 21/08/2020.

Diterima: 21/10/2020.

Dipublikasikan: 31/10/2020.

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mendukung terpenuhinya ketersediaan alat peraga pembelajaran fisika digital yang layak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengetahui kelayakan alat peraga hukum Hooke berbasis mikrokontroler arduino sebagai media pembelajaran fisika. Penelitian ini merupakan penelitian perancangan yang mengadopsi model penelitian 4D Thiagarajan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar uji laboratorium, lembar validasi ahli, dan angket respon peserta didik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh: (1) Alat peraga hukum Hooke memenuhi kriteria kelayakan pada uji laboratorium dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil sebesar 0,07%, (2) Alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang dirancang memenuhi kriteria kelayakan dengan hasil persentase 72% dalam kategori “layak” pada uji validitas ahli materi dan hasil validasi ahli media mendapatkan persentase 77% dalam kategori “layak” serta persentase 81% dalam kategori “sangat layak” pada uji respon peserta didik. Dengan demikian alat peraga hukum Hooke berbasis mikrokontroler arduino layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Penelitian perancangan ini tentunya memiliki keterbatasan penelitian sehingga untuk pengembangan alat peraga yang lebih lanjut sebaiknya dilakukan uji coba luas untuk mengetahui efektifitas pembelajaran hukum Hooke menggunakan alat peraga hukum Hooke berbasis arduino.

**Kata Kunci:** Alat Peraga, Hukum Hooke, Mikrokontroler Arduino, Media Pembelajaran

### Abstract

*This research was conducted in order to support availability of proper digital physics learning aids. This research aims to design and determine the appropriateness of arduino microcontroller based Hooke law props as a physics learning media. This is a research design that adopts the 4D Thiagarajan research model. The Instrument used in this research is laboratory test sheets, expert validation sheets, and student response questionnaires. Based on the research result obtained: (1) The Hooke law props meets the eligibility criteria for laboratory trials with a very small error rate of 0,07%, (2) Arduino based Hooke law props designed to meet the eligibility criteria with a percentage of 73% in “feasible” category on the validity test of the material expert and the results of media expert validation get a percentage 78% in “feasible” category and percentage of 81% in “very feasible” category on the student response questionnaire test. Therefore the arduino microcontroller based Hooke law props are feasible for use as a physics learning media. This design research certainly has research limitations so for the further development of teaching aids it is better to conduct extensive trials to determine the effectiveness of learning Hooke law using arduino based Hooke law props.*

**Keywords:** Props, Hooke Law, Arduino Microcontroller, Learning Media

### PENDAHULUAN

Berbagai pengembangan dan terobosan dilakukan demi peningkatan mutu di dunia pendidikan seiring dengan meningkatnya pemahaman mengenai teknologi dan informasi.

Hadirnya berbagai konsep dan metode pembelajaran yang berpusat pada siswa secara penuh menjadi penanda telah merasuknya inovasi dan pengembangan mutu pembelajaran [1]. Akan tetapi di lapangan berkata sebaliknya dari teori yang diungkapkan. Masih banyak kendala yang

membuat metode dan konsep pembelajaran konvensional atau tradisional lebih sering digunakan oleh para tenaga pendidik [2].

Peranan penting pendidikan dalam membentuk pola pikir dan keterampilan individu menjadi lebih positif dan maju didapatkan melalui proses belajar dari berbagai disiplin ilmu, salah satunya adalah ilmu fisika [3]. Pembelajaran fisika pada hakikatnya merupakan proses pendidikan yang bertujuan untuk menciptakan kondisi agar peserta didik menguasai konsep, prinsip, dan keterampilan serta rasa ingin tahu guna meningkatkan kualitas ilmu pengetahuan dan teknologi [4].

Cenderung ditakuti dan tidak disukai oleh peserta didik karena dalam proses belajarnya memerlukan pendekatan yang bersifat matematis masih menjadi salah satu kendala dalam pembelajaran fisika. Padahal proses fisika memerlukan dua pemahaman sekaligus, yaitu pemahaman dalam konsep dan pemahaman dalam penerapannya [2].

Peserta didik mampu memahami konsep fisika dan keterkaitannya dalam kehidupan sehari-hari menjadi tuntutan dari pembelajaran fisika [5]. Akan tetapi kapur dan tutur (*chalk and talk*) telah menjadi metode pembelajaran yang menjebak pada rutinitas proses pembelajaran fisika selama ini, sehingga sangatlah wajar jika pembelajaran fisika sampai saat ini belum cukup memberikan hasil sebagaimana mestinya yang diharapkan [6].

Penggunaan metode pembelajaran yang sesuai dengan melakukan perbaikan dan inovasi-inovasi pada proses belajar mengajar sangat diperlukan guna menghadapi berbagai permasalahan dalam pembelajaran fisika [7]. Metode yang dapat digunakan pada pembelajaran fisika adalah metode demonstrasi dan eksperimen. Akan tetapi metode eksperimen melalui kegiatan praktikum dinilai lebih mampu memberikan pengalaman empirik kepada peserta didik karena

lebih memusatkan pembelajaran pada peserta didik [8].

Keberhasilan kegiatan praktikum pada pembelajaran fisika tentunya dipengaruhi oleh ketersediaan peralatan praktikum yang memadai, diantaranya adalah alat peraga. Alat peraga adalah alat yang dapat ditunjukkan pada proses belajar mengajar dengan tujuan untuk memperjelas konsep dan pengertian dari suatu materi pembelajaran. Alat peraga mampu menumbuhkan motivasi dan merangsang peserta didik menjadi lebih aktif sehingga akan tercipta kondisi pembelajaran yang menjadi lebih interaktif dan tidak terkesan monoton [9]. Tentunya alat peraga dalam hal ini dinilai cukup efektif dan efisien untuk digunakan dalam proses pembelajaran fisika, terutama pembelajaran sub bab hukum Hooke pada materi elastisitas yang seringkali masih bersifat konseptual. Pembelajaran konseptual berdampak pada tingginya miskonsepsi peserta didik pada konsep hukum Hooke [10].

Miskonsepsi merupakan ketidak cocokan antara konsepsi para ilmuwan dengan pemahaman peserta didik [11]. Tingginya miskonsepsi peserta didik pada konsep hukum Hooke disebabkan oleh kesalahan dalam menghubungkan suatu konsep dengan konsep lain, selain itu intuisi yang kuat tentang suatu konsep yang dimiliki peserta didik juga dapat menyebabkan miskonsepsi pada peserta didik [10]. Hukum Hooke merupakan hukum empiris tentang hubungan perbandingan besar nilai gaya dan pertambahan panjang pegas. Pertambahan panjang pegas akan semakin panjang ketika gaya yang diberikan semakin besar, akan tetapi tidak berlaku ketika pertambahan panjang pegas sudah melampaui batas elastisitas [12].

Prinsip perancangan alat peraga pendidikan didasarkan pada perolehan informasi melalui panca indera dalam proses pembelajaran. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwasanya semakin banyak panca indera yang dikerahkan kepada

suatu objek yang dipelajari maka persepsi yang diberikan akan semakin mudah diterima oleh peserta didik [13].

Selain meningkatnya kemampuan kognitif dan afektif, kemampuan psikomotorik peserta didik juga akan terlatih dengan adanya penggunaan alat peraga [14]. Namun demikian kurangnya sarana dan prasarana peraga masih menjadi kendala serius dalam pembelajaran fisika [15]. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pra penelitian yang dilakukan oleh peneliti terhadap pelaksanaan pembelajaran fisika di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo, diperoleh informasi bahwa metode pembelajaran yang sering dilakukan adalah ceramah, demonstrasi, dan eksperimen. Namun kurangnya ketersediaan alat peraga pembelajaran digital yang layak masih menjadi kendala yang menghambat terciptanya proses pembelajaran yang efektif. Akibatnya proses pembelajaran yang memakan banyak waktu berdampak pada target praktikum yang seringkali tidak seluruhnya bisa terpenuhi. Salah satu jalan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada.

Kemajuan teknologi di bidang digital era saat ini yang semakin pesat, salah satunya ditandai dengan perkembangan mikrokontroler yang mampu melakukan digitalisasi peralatan-peralatan konvensional [16]. Teknologi digitalisasi tentunya mempermudah dalam penggunaan dan mengurangi resiko kesalahan paralaks sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran di atas agar prosesnya menjadi lebih efektif terutama pada kegiatan praktikum.

Berangkat dari permasalahan yang ada, Alkautsar dan Suprijadi melakukan penelitian tentang pengukuran konstanta pegas menggunakan metode pengolahan citra digital. Namun penelitian ini hanya bisa dilakukan di

lingkungan yang hitam sempurna sehingga belum efektif untuk dilakukan di lingkungan lainnya [17]. Selain itu, Kusuma dan Sutoko juga pernah melakukan digitalisasi pengukuran konstanta menggunakan infra merah berbantu aplikasi code vision, namun masih kurang efektif jika diterapkan untuk media pembelajaran karena tidak portable sehingga kurang praktis [18].

Mengambil celah dari permasalahan dan pemecahan masalah yang pernah dilakukan ahli terdahulu, alat peraga hukum Hooke ini dirancang dengan memenuhi indikator kepraktisan penggunaan dan perawatan karena ditujukan untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Peneliti melakukan penelitian perancangan alat peraga hukum Hooke berbasis mikrokontroler arduino sebagai media pembelajaran fisika ini menggunakan tahapan-tahapan yang mengadopsi model penelitian 4D Thiagarajan. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk merancang alat peraga hukum Hooke berbasis arduino dan menguji kelayakannya sebagai media pembelajaran fisika.

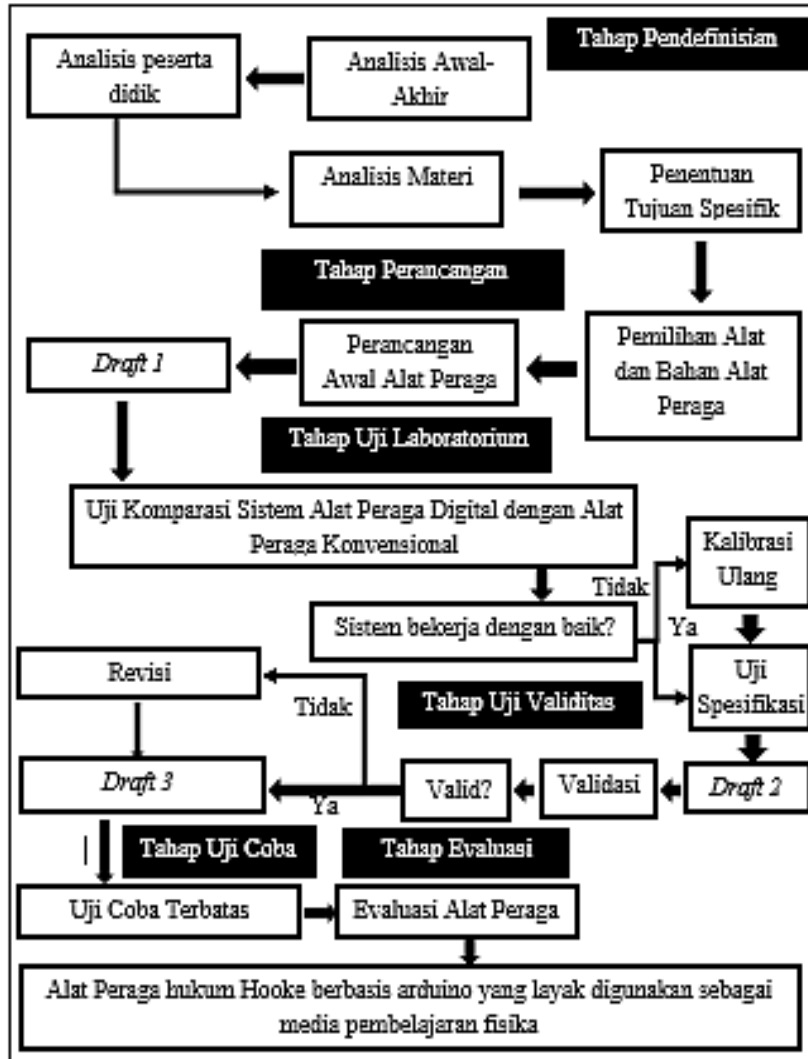
## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan yang mempunyai fokus tujuan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji efektifitas serta kelayakannya. Model penelitian ini mengadopsi model penelitian 4D Thiagarajan dengan tahapan *define, design, develop, disseminate* [19].

Pada penelitian kali ini, tahapan penelitian disederhanakan hanya sampai tahap *develop* yang diuraikan dan disesuaikan tahapannya dengan penelitian perancangan menjadi tahapan uji komparasi, uji validitas oleh ahli media dan ahli materi, dan uji respon peserta didik. Sehingga apabila dijabarkan, tahapan dalam penelitian ini meliputi: 1) *Define*, 2) *Design*, 3) Uji Laboratorium, 4) Uji Validitas, 5) Revisi, 6) Uji Coba Terbatas, 7) Evaluasi.

Dasar pemilihan untuk mengadopsi model penelitian 4D pada penelitian ini dikarenakan langkah pada model penelitian ini mudah dipahami dan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian ini yaitu untuk menghasilkan

suatu produk dan menguji efektifitas serta kelayakannya [20]. Urutan langkah-langkah dalam metode penelitian perancangan alat peraga ini bisa dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian Perancangan Alat

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa teknik, meliputi: 1) Observasi, 2) Studi literatur, 3) Angket, 4) Uji coba alat. Teknik observasi dalam penelitian ini menggunakan metode wawancara. Metode observasi ini merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang muncul serta guna mengetahui hal-hal yang mendalam melalui responden terbatas [22].

Teknik wawancara dapat dilakukan secara terstruktur maupun tidak terstruktur, baik dilakukan secara tatap muka, telepon, maupun internet [22]. Pada penelitian perancangan alat peraga hukum Hooke berbasis arduino ini menggunakan teknik wawancara yang terstruktur dengan menggunakan pedoman seperti struktur wawancara mengenai permasalahan alat yang akan dirancang. Setelah melalui tahap pengumpulan data melalui observasi tahapan selanjutnya adalah melakukan studi literatur. Studi

literatur dilakukan untuk memperoleh informasi, wawasan, dan gambaran mengenai penelitian yang akan dilakukan. Tahapan pengumpulan data yang selanjutnya adalah tahap uji coba alat, uji coba ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan alat yang dibuat dari aspek presisi dan akurasi. Teknik pengumpulan data selanjutnya menggunakan teknik angket untuk mengetahui kelayakan dan respon pengguna terhadap alat peraga. Angket merupakan teknik pengumpulan data dengan memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis untuk dijawab oleh responden [22]. Angket pada penelitian ini meliputi: 1) Angket lembar validasi, 2) Angket respon peserta didik. Angket lembar validasi diberikan kepada pakar/ahli untuk mengetahui kelayakan alat peraga sedangkan angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap penggunaan alat peraga.

Guna mengukur serta menghasilkan data kuantitatif maka digunakanlah instrumen penelitian [22]. Instrumen dalam penelitian ini meliputi: 1) Lembar wawancara, 2) Lembar uji coba alat, 3) Lembar validasi. Lembar, 4) Angket respon peserta didik. Lembar wawancara dalam penelitian ini diberikan kepada laboran dan mahasiswa untuk memperoleh data alat peraga hukum Hooke dan permasalahan pada proses pembelajaran. Lembar uji coba alat peraga digunakan untuk melakukan uji komparasi hasil perhitungan sistem alat dengan acuan alat peraga hukum Hooke konvensional.

Keberhasilan media yang telah dibuat diperlukan pemahaman yang kongkret dengan melakukan analisis data. Hasil yang diperoleh dari analisis data dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam melakukan perbaikan media yang telah dibuat. Analisis data pada penelitian ini dibagi menjadi 3, yaitu: 1) Analisis uji coba alat, 2) Analisis uji validitas dan respon peserta didik. Analisis data uji coba alat digunakan untuk menguji kinerja alat dan mengukur nilai kesalahan

yang dilakukan dengan membandingkan nilai kesalahan terbatas dan nilai aktual yang ditetapkan. Berikut ini persamaan untuk menghitung persentase nilai kesalahan yang terjadi pada alat:

$$\%kesalahan = \frac{\text{nilaisebenarnya} - \text{nilaiukur}}{\text{nilaisebenarnya}} \times 100\% \quad (1)$$

Sedangkan untuk ralatnya seperti sebagai berikut:

$$\text{ralat} = \frac{\%kesalahan}{100\%} \times \text{nilaisebenarnya} \quad (2)$$

Pengumpulan data-data tersebut kemudian dianalisis dengan memberikan deskripsi dan gambaran data yang terkumpul tanpa bermaksud memberikan kesimpulan secara umum [22]. Adapun analisis uji validitas yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media menggunakan *rating scale*. Pada instrumen ini diberikan empat kategori pilihan jawaban dan skornya dengan ketentuan: skor 4 (sangat baik), 3 (baik), 2 (kurang baik), 1 (tidak baik). Instrumen yang telah divalidasi kemudian dianalisis dengan persamaan berikut:

$$\text{persentase}(\%) = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (3)$$

A=Skor hasil pengumpulan data

B=Skor ideal

Hasil analisis persentase kemudian dikonversi ke skala yang bersifat kualitatif berdasarkan kategori kelayakan media yang dapat dilihat pada tabel 1 [23].

Interval (%)	Kategori
81-100	Sangat Layak
61-80	Layak
41-60	Kurang Layak
21-40	Tidak Layak
>21	Sangat Tidak Layak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan yang mempunyai fokus tujuan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji kelayakannya. Subjek dalam penelitian ini adalah

2 ahli materi dan ahli media serta 5 mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo pada bulan Februari sampai bulan Juni tahun 2020.

### Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian dalam penelitian perancangan ini meliputi: 1) Analisis awal-akhir, 2) Analisis peserta didik, 3) Analisis materi, 4) Analisis tujuan spesifik. Pada tahap *define*, analisis awal-akhir dilakukan dengan menggunakan metode observasi lapangan, wawancara, dan studi literatur. Tujuan dari analisis ini untuk mengetahui proses pembelajaran mengenai metode, media, dan keterlaksanaan pembelajaran mahasiswa Pendidikan Fisika di Universitas Muhammadiyah Purworejo. Setelah melakukan analisis awal-akhir kemudian dilanjutkan dengan analisis peserta didik.

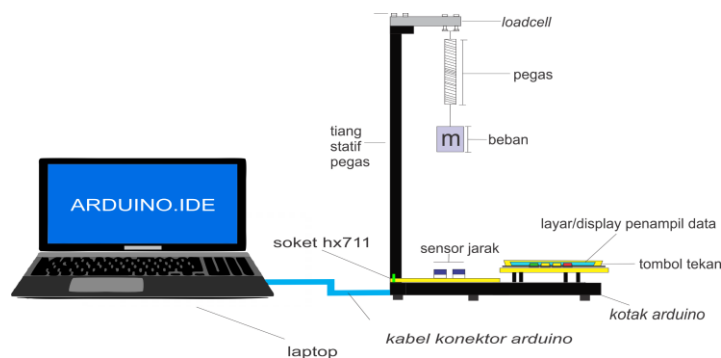
Analisis peserta didik dilakukan guna mengenali karakteristik peserta didik yang berlatar belakang mahasiswa Pendidikan Fisika sehingga alat peraga yang dirancang mampu menyesuaikan tingkat perkembangan intelektual peserta didik baik dari segi kemudahan penggunaan, spesifikasi, maupun penyusunan materi yang digunakan dalam pembelajaran. Tindak lanjut dari analisis

peserta didik adalah analisis materi. Analisis materi ini dilakukan untuk menyesuaikan materi yang digunakan yaitu sub bab hukum Hooke pada materi elastisitas. Materi ini membahas mengenai relevansi antara besar gaya dan pertambahan panjang pegas.

Tahap pendefinisian yang terakhir adalah melakukan analisis tujuan spesifik penelitian. Adapun tujuan spesifik dari penelitian ini untuk merancang dan menguji kelayakan alat peraga hukum Hooke berbasis arduino sebagai media pembelajaran fisika untuk mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo.

### Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahapan ini dilakukan perancangan produk berupa alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang siap digunakan pada proses pembelajaran. Penyusunan alat peraga dimulai dengan melakukan pengumpulan alat dan bahan kemudian memilih bahan yang sesuai untuk alat peraga. Adapun komponen-komponen utama alat peraga ini terdiri dari mikrokontroler arduino uno R3, sensor *loadcell*, dan sensor ultrasonik. Setelah alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan alat peraga terkumpul dan telah disesuaikan, selanjutnya alat dan bahan disusun seperti skema pada gambar 1 seperti di bawah ini.



Gambar 2. Desain Skema Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Arduino

### Tahap Uji Coba Laboratorium

Tahap penelitian uji coba laboratorium dilakukan untuk menguji kinerja alat peraga

hukum Hooke berbasis arduino apakah bekerja sebagaimana mestinya atau tidak dengan

memperhitungkan tingkat kesalahan hasil pengukuran sistem alat peraga. Pengujian sistem alat peraga dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat peraga hukum Hooke

berbasis arduino dengan alat peraga hukum Hooke konvensional. Pengujian sistem dengan metode komparasi ini digunakan variasi beban pegas: 1) 0,50 Kg, 2) 0,100 Kg, 3) 0,150 Kg, 4) 0,200 Kg.

**Tabel 2.** Hasil Uji Komparasi Sistem Pengukuran Nilai Konstanta Alat Peraga

Beban (Kg)	$\eta$ Acuan (Pa.s)	$\eta$ Alat Peraga (Pa.s)	Error (%)	Ralat (Pa.s)
0,50	24,5	24,4	0,08%	24,4±0,196
0,100	12,25	12,24	0,08%	12,24±0,122
0,150	9,8	9,68	0,12%	9,68±0,117
0,200	8,9	8,92	0,02%	8,92±0,178

Berdasarkan tabel 2 didapatkan data bahwa variasi beban yang diujikan pada pegas mempengaruhi besar nilai konstanta pegas. Pada pengujian alat peraga dengan beban 0,05 Kg didapatkan nilai *error* sebesar 0,08% sehingga didapatkan ralatnya 24,4±0,196 Pa.s, pada pengujian dengan beban acuan 0,100 Kg didapatkan nilai *error* sebesar 0,08% sehingga didapatkan nilai ralatnya 12,24±0,122 Pa.s, pengujian sistem dengan beban acuan 0,150 Kg diperoleh *error* sebesar 0,12% sehingga didapatkan ralatnya 9,68±0,117 Pa.s, dan pengujian sistem alat dengan beban acuan 0,200 Kg diperoleh *error* sebesar 0,02% sehingga

#### Tahap Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan kevalidan dari alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang telah dibuat. Pengujian ini meliputi penilaian terhadap aspek materi dan penilaian terhadap aspek media terhadap alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Penilaian uji validitas oleh ahli media

didapatkan ralatnya 8,92±0,178. Rerata *error* sistem alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang memanfaatkan sensor *loadcell* dan ultrasonik sebesar 0,048%. Dengan demikian, dari hasil analisis data yang telah dilakukan didapatkan bahwa alat peraga memiliki akurasi yang baik karena tingkat persentase *error* alat yang sangat kecil akan tetapi masih kurang presisi karena masih terdapat perbedaan data pada pengukuran berulang. Kurang presisinya alat ini disebabkan oleh adanya sensitivitas sensor yang dipengaruhi oleh tegangan yang mengalir dan adanya *respon time* pada sistem sensor sehingga diperlukan adanya sistem ralat hasil pengukuran.

menggunakan nilai acuan skala 4. Penilaian ini selain untuk mengetahui kelayakan dan kevalidan alat peraga juga untuk mendapatkan komentar dan saran perbaikan bagi alat peraga yang telah dibuat. Adapun data penilaian media dan materi dapat dilihat pada tabel 3 berikut. Adapun tindak lanjutnya dilakukan pada tahap revisi.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Penilaian Media Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Arduino

Aspek Penilaian	Skor	Persentase	Kategori
Keterkaitan materi	3,50	88%	Sangat Layak
Ketahanan alat	3,00	75%	Layak
Penyajian alat	3,00	75%	Layak
Efisiensi alat	3,00	75%	Layak
Estetika alat	3,00	75%	Layak
Keamanan	3,00	75%	Layak
Kit alat	3,00	75%	Layak
Rerata	3,1	77%	Layak

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa uji validitas alat peraga oleh ahli media, pada aspek keterkaitan materi pembelajaran diperoleh skor 3,50 dengan persentase 88% dalam kategori sangat layak, aspek ketahanan alat diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, pada aspek penyajian alat diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, aspek efisiensi diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, aspek estetika diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, aspek keamanan memperoleh skor

3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, sedangkan pada aspek kit alat diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak. Dari hasil perhitungan dan analisis data validasi ahli media yang telah dilakukan, didapatkan rerata skor 3,1 dengan persentase 77% sehingga memenuhi kriteria skala penilaian kelayakan media pembelajaran dalam kategori layak [23]. Adapun untuk saran perbaikan dari ahli media untuk dilakukan pada tahap revisi adalah seperti tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4.** Hasil Komentar dan Saran Perbaikan oleh Ahli Media

Validasi	Komentar dan Saran
Media	Responder sinyal ultrasonik diganti dengan bahan yang lebih baik Alat peraga hukum Hooke berbasis arduino diberi identitas atau nama produk agar penyebutannya lebih mudah

Uji validitas ini selain dilakukan penilaian validitas dari aspek media juga dilakukan kepada penilaian alat peraga dari segi aspek materi.

Hasil penilaian validitas alat peraga dari aspek validitas materi dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Penilaian Materi Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Arduino

Aspek Penilaian	Skor	Persentase	Kategori
Keterkaitan materi	3,00	75%	Layak
Penyajian alat	3,00	75%	Layak
Nilai pendidikan	2,50	63%	Layak
Efisiensi alat	3,00	75%	Layak
Rerata	2,90	72%	Layak

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil validasi oleh ahli materi, pada aspek keterkaitan materi diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, pada aspek penyajian alat diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak, aspek nilai pendidikan memperoleh skor 2,50 dengan persentase 63% dalam kategori layak, dan aspek efisiensi alat diperoleh skor 3,00 dengan persentase 75% dalam kategori layak. Dari hasil

perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh rerata skor sebesar 2,9 dengan persentase sebesar 72% sehingga memenuhi skala interval kategori kriteria penilaian media pembelajaran yang layak [23]. Dari hasil penilaian validitas materi didapatkan komentar dan saran perbaikan alat peraga. Adapun komentar dan saran alat peraga ini dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.



**Tabel 6.** Hasil Komentar dan Saran Perbaikan oleh Ahli Materi

Validasi	Komentar dan Saran
Materi	Analisis perhitungan yang digunakan untuk praktikum ambil sumber referensi yang sesuai untuk tingkat mahasiswa Materi pengantar dimulai dari elastisitas jangan langsung spesifik ke materi hukum Hooke

**Tahap Revisi Produk**

Setelah melalui tahapan uji validitas produk, tindak lanjut dari uji validitas adalah proses revisi produk. Revisi produk ini bertujuan untuk memperbaiki produk berdasarkan hasil komentar dan saran perbaikan alat peraga baik dari ahli

media maupun ahli materi. Hasil revisi alat peraga berdasarkan komentar dan saran baik dari ahli materi maupun ahli media. Revisi terhadap aspek media dan materi alat peraga yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

**Tabel 7.** Revisi Alat Peraga Berdasarkan Aspek Media

Validasi	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Media	Responder sinyal ultrasonik menggunakan kertas efori	Responder sinyal ultrasonik menggunakan mika plastik dengan tebal 2 mm
Materi	Belum ada identitas alat peraga Analisis perhitungan praktikum mengambil referensi dari buku fisika SMA Materi spesifik ke hukum Hooke	Memberikan input nama produk HOOKEDUINO untuk alat peraga Analisis perhitungan praktikum mengambil referensi dari buku Fisika Giancolli dan Douglas Menambahkan materi elastisitas sebagai pengantar

Hasil dari tahapan revisi yang telah dilakukan akan menghasilkan produk akhir dari alat peraga yang siap untuk diuji cobakan pada uji

coba terbatas. Produk akhir alat peraga dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Visualisasi Produk Akhir Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Arduino

### Tahap Penerapan Uji Coba Terbatas

Uji respon peserta didik dilakukan dengan metode penerapan uji coba terbatas. Responden diberikan angket respon penilaian terhadap alat peraga. Uji respon peserta didik dilakukan guna

mengetahui respon peserta didik mengenai kelayakan terhadap penggunaan alat peraga untuk diterapkan pada pembelajaran atau uji coba pembelajaran secara luas.

**Tabel 8.** Rekapitulasi Hasil Uji Respon Peserta Didik Terhadap Alat Peraga

Aspek	Jumlah	Rerata	Persentase	Kategori
Manfaat	16,25	3,25	81%	Sangat Layak
Penyajian alat	16,66	3,32	86%	Sangat Layak
Penampilan fisik	15,65	3,13	78%	Sangat Layak
Rerata	16,18	3,13	81%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 8 diperoleh hasil respon mahasiswa mengenai alat peraga hukum Hooke berbasis arduino sebagai media pembelajaran fisika pada aspek manfaat mendapatkan skor rerata sebesar 3,25 dengan persentase sebesar 81% dalam kategori sangat layak, pada aspek penyajian alat diperoleh rerata skor 3,32 dengan persentase 86% dalam kategori sangat layak, pada aspek penampilan fisik memperoleh rerata skor sebesar 3,13 dalam kategori sangat layak. Dari keseluruhan aspek diperoleh rerata sebesar 3,13 dengan persentase 81% sehingga memenuhi kriteria penilaian kelayakan media pembelajaran dalam kategori yang sangat layak [23]. Hasil respon peserta didik ini kemudian akan menjadi dasar dari tahapan evaluasi produk penelitian perancangan alat peraga.

### Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan menggunakan respon peserta didik terhadap alat peraga hukum Hooke berbasis arduino sebagai media pembelajaran fisika ditinjau dari hasil uji coba laboratorium, uji validitas, dan uji respon peserta didik. Alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang telah dibuat memenuhi kriteria kelayakan pada uji coba laboratorium dengan hasil perhitungan *error* yang sangat kecil sebesar 0,07% sehingga tingkat akurasi sebesar 99,93%. Adapun untuk kelayakan alat peraga dari aspek kevalidan melalui uji validitas memenuhi persentase 72% dalam kategori layak pada uji validitas oleh ahli materi

keterbatasan pada kurang presisinya sistem alat karena adanya *respon time* pada sensor *loadcell* dan masih digunakannya mika responden gelombang sensor ultrasonik sehingga mengurangi nilai estetika alat.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan proses penelitian perancangan ang telah diuraikan terdahulu, untuk menghasilkan media pembelajaran fisika berupa alat peraga hukum Hooke berbasis arduino dilakukan dengan tahapan penelitian perancangan yang mengadopsi model penelitian 4D Thiagarajan yang tahapannya meliputi: 1) *define*, 2) *design*, 3) Uji coba laboratorium, 4) Uji validitas, 5) Uji respon peserta didik, 6) Evaluasi.

Kelayakan alat peraga hukum Hooke berbasis arduino sebagai media pembelajaran fisika ditinjau dari hasil uji coba laboratorium, uji validitas, dan uji respon peserta didik. Alat peraga hukum Hooke berbasis arduino yang telah dibuat memenuhi kriteria kelayakan pada uji coba laboratorium dengan hasil perhitungan *error* yang sangat kecil sebesar 0,07% sehingga tingkat akurasi sebesar 99,93%. Adapun untuk kelayakan alat peraga dari aspek kevalidan melalui uji validitas memenuhi persentase 72% dalam kategori layak pada uji validitas oleh ahli materi

sedangkan pada uji validitas oleh ahli media diperoleh persentase sebesar 77% dalam kategori layak. Setelah dilakukan revisi dari hasil uji validitas, alat peraga memperoleh persentase kelayakan sebesar 81% dalam kategori sangat layak pada uji respon peserta didik terhadap penggunaan alat peraga.

### Saran

Bagi peneliti yang akan mengembangkan alat peraga ini lebih lanjut, disarankan untuk melakukan perbaikan dan pengembangan pada sistem pengukur pertambahan panjang pegas yang lebih mempunyai nilai estetika dengan menghilangkan mika responden gelombang sensor ultrasonik atau mengembangkan program perhitungan konstanta pada arduino dengan metode perhitungan konstanta yang lebih praktis. Selain itu untuk penelitian pengembangan yang lebih lanjut sebaiknya dilakukan penerapan pada uji coba yang bersifat luas untuk mengetahui kepraktisan alat peraga.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Pendidikan Fisika atas izin penelitian dan penggunaan laboratorium sebagai tempat menyelesaikan proyek penelitian perancangan alat peraga hukum Hooke berbasis arduino. Tidak lupa juga kepada mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo yang telah memberikan sumbangsih terhadap penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Jannah, A. Farlina and N. Sari, "Religiusitas Sikap Siswa pada Mata Pelajaran Fisika," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [2] Wulantri and S. Ali, "Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Induksi Elektromagnetik di Kelas XII SMA," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 1, no. 3, pp. 179-185, 2018.
- [3] Khamid, D. Rusdiana and E. A. Juanda, "Pengembangan Computer Supported Creative Thinking Test (CSCe-T) Tahap Validasi," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 44-53, 2019.
- [4] M. T. Bimo, Asrizal and Hidayati, "Pengaruh LKS Laboratorium Virtual Fisika dalam Pendekatan Sainstifik Materi Fluida Terhadap Hasil Belajar Siswa," *Phillar of Physics Education*, vol. 11, no. 2, pp. 185-192, 2019.
- [5] W. P. Sari, E. Suyanto and W. Suana, "Analisis Pemahaman Konsep Vektor Pada Siswa Sekolah Menengah Atas," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al Biruni*, vol. 6, no. 2, pp. 159-168, 2017.
- [6] N. Erlinda, "Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Kooperatif Tipe Team Game Tournament pada Mata Pelajaran Fisika di SMK," *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, vol. 2, no. 1, pp. 47-52, 2017.
- [7] H. Komikesari, "Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Fisika Siswa pada Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Team Achievement Division," *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, vol. 1, no. 1, pp. 15-22, 2016.
- [8] M. Gulo, "Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa dengan Menggunakan Alat Peraga Fisika Sederhana pada Materi Gerak Melingkar di Kelas X-5 SMA Negeri Gunung Sitoli pada Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2014/2015," *Jurnal Wahana Inovasi*, vol. 6, no. 1, pp. 1-14, 2017.
- [9] B. Hartati, "Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA," *Jurnal*

- Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 128-132, 2010.
- [10] F. N. Hidayati, H. Akhsan and Syuhendri, "Identifikasi Miskonsepsi pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA Negeri 1 Indralaya," *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, vol. 3, no. 2, pp. 1-9, 2016.
- [11] S. Jumini, Retyanto, B. Dwi and V. Noviyanti, "Identifikasi Miskonsepsi Fisika Menggunakan Metode Three Tier Diagnostic Test pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 197-207, 2017.
- [12] D. M. Irawan, G. Iswantoro, M. H. Furqon and S. Hastuti, "Pengaruh Nilai Konstanta Terhadap Pertambahan Panjang Pegas Pada Rangkain Tunggal, Seri, dan Paralel," *Jurnal MER-C*, vol. 1, no. 1, pp. 14-21, 2018.
- [13] F. T. Wahyuningsih, Y. A. Hakim and Ashari, "Pengembangan Alat Peraga Pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika," *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, vol. 12, no. 1, pp. 38-45, 2019.
- [14] A. Prasetyorini, S. D. Fatmaryanti and R. W. Akhdinirwanto, "Pemanfaatan Alat Peraga IPA untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Siswa SMA Negeri 1 Bulus Pesantren Kebumen Tahun Pelajaran 2012/2013," *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 7-10, 2013.
- [15] R. F. Putri and J. Jumaidi, "Kemampuan Guru Fisika Dalam Menerapkan Model-Model Pembelajaran pada Kurikulum 2013 serta Kendala-Kendala yang Dihadapi," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, vol. 3, no. 2, pp. 201-211, 2017.
- [16] R. A. Putra, "Peran Teknologi Digital dalam Perkembangan Dunia Perancangan Arsitektur," *Journal of Islamic Science and Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 67-78, 2018.
- [17] A. Alkautsar and Suprijadi, "Studi Pengukuran Konstanta Pegas dengan Pengolahan Citra," *Jurnal Otomasi Kontrol Instalasi*, vol. 4, no. 2, pp. 2085-2517, 2012.
- [18] U. Kusuma and Sutoko, "Rancang Bangun Pengukur Konstanta Pegas pada Praktikum Fisika," *Jurnal Teknik Kelautan dan Ilmu Kelautan*, vol. 2, no. 1, pp. 67-75, 2017.
- [19] Thiagarajan, S. Semmel and S. MI, *Instructional Development for Training Teachers of Exptional Children*, Bloomington: Indiana University, 1974.
- [20] Sugiyono, *Metode Penelitian Bisnis*, Bandung: Alfa Beta, 2012.
- [21] Muji, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Keterampilan Membaca Model Pembelajaran Kontekstual," *Jurnal Pancaran*, vol. 4, no. 3, pp. 1-14, 2014.
- [22] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Metode Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif)*, Bandung: Alfa Beta, 2015.
- [23] I. Ernawati and T. Sukardiyono, "Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Administrasi Server," *Elinvo*, vol. 2, no. 2, pp. 205-210, 2017.