



PENGEMBANGANA MEDIA PEMBELAJARAN ENERGI KINETIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDOUNO UNO

Matsun¹, Boisandi², Ira Nofita sari³, Soka Hadiati⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak, Jalan Ampera No.88 Pontianak Kota
Email penulis pertama: matsunzaidan@gmail.com

Abstract

This research is a development research to develop learning media based on the Arduino Uno microcontroller in kinetic energy subjects with the help of ultrasonic sensors and load cells that are feasible and effective. The test subjects in this research and development consisted of material experts, media experts, physics subject teachers, and 12th grade students of MAN 1 Pontianak. The ADDIE development model used in this study consisted of five stages, namely: (1) the analysis phase, (2) the design phase, (3) the development phase, (4) the implementation phase, and (5) the evaluation phase. The results of material expert validation with an average score of 85%, and media expert validation with an average score of 87% indicate that the material and tool design developed is very feasible. Then, the teacher's response to physics lessons obtained a score of 83%, with very good criteria. The average score of student responses was obtained by a score of 89%, with very good criteria, which means that the learning media based on the Arduino Uno microcontroller in kinetic energy subjects with the help of ultrasonic sensors and load cells developed is easy to use by teachers and students.

Keywords: Learning media, kinetic energy, microcontroller, arduino uno

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis mikrokontroler arduino uno pada mata pelajaran energi kinetik berbantuan sensor ultrasonik dan load cell yang layak dan efektif. Subyek uji dalam penelitian dan pengembangan ini terdiri dari ahli materi, ahli media, guru mata pelajaran fisika, dan siswa kelas 12 MAN 1 Pontianak. Model pengembangan ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lima tahap, yaitu: (1) tahap analisis, (2) tahap desain, (3) tahap pengembangan, (4) tahap implementasi, dan (5) tahap evaluasi. Hasil validasi ahli materi dengan rata-rata skor 85%, dan validasi ahli media dengan rata-rata skor 87% menunjukkan bahwa materi serta desain alat yang dikembangkan sangat layak. Kemudian, respon guru pelajaran fisika diperoleh skor 83%, dengan kriteria sangat baik. Skor rata-rata respon siswa di peroleh skor 89 %, dengan kriteria sangat baik, yang berarti media pembelajaran berbasis mikrokontroler arduino uno pada mata pelajaran energi kinetik berbantuan sensor ultrasonik dan load cell yang dikembangkan mudah digunakan oleh guru dan siswa.

Kata kunci: Media pembelajaran, energi kinetik, mikrokontroler, arduino uno

Cara Menulis Sitasi: Matsun, dkk. (2021). Pengembangana Media Pembelajaran Energi Kinetik Berbasis Mikrokontroler Ardouno Uno. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8 (2), hal.144-154.

Pendahuluan

Mikrokontroler merupakan suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan (Putri, 2021). Jadi

secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang sering digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas (H et al., 2021).

Mikrokontroler Arduino yang dikembangkan dalam pembelajaran di kelas untuk menghadapi era revolusi 4.0, yaitu seperangkat alat laboratorium riil yang bisa di gunakan secara langsung oleh guru dan siswa di kelas. Laboratorium riil adalah laboratorium khusus atau ruangan khusus yang dilengkapi dengan alat-alat atau bahan-bahan nyata untuk melakukan percobaan (Hikmah et al., 2017). Melalui kegiatan laboratorium riil siswa dapat mempelajari fakta, gejala, prinsip, konsep, dan hukum. Laboratorium riil fisika yang dikembangkan memuat percobaan tentang energi kinetik.

Pembelajaran di kelas juga harus didukung oleh alat praktikum. Alat praktikum riil fisika yang tersebar di Kalimantan Barat masih sangat minim. Masih banyak sekolah yang tidak memiliki alat praktikum dan masih banyak sekolah yang tidak bisa menggunakan alat praktikum riil (Matsun et al., 2018). Apalagi di masa pandemi covid-19 ini siswa dan guru kesulitan dalam proses belajar di kelas (Herliandry et al., 2020). Alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler arduino berbantuan sensor ultra sonik dan *load cell* yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Sensor ultra sonik merupakan modul elektronik yang mendeteksi sebuah objek menggunakan suara. Sensor ultrasonik terdiri dari sebuah transmitter (Pemancar) dan sebuah receiver (penerima). *Transmitter* berfungsi untuk memancarkan sebuah gelombang suara kearah depan. Jika ada sebuah objek didepan transmitter maka sinyal tersebut akan memantul kembali ke *receiver*. Fungsi sensor ultrasonik adalah mendeteksi benda atau objek di hadapan sensor. Penerapannya banyak dipakai pada robot pemadam api dan robot obstacle lainnya. Salah satu sensor yang paling sering digunakan adalah sensor ultrasonik tipe HC SR04 (Herliandry et al., 2020). Sensor ultra sonik bekerja dengan cara memantulkan sensor sonar berupa gelombang suara. Sensor ini akan menghitung waktu *echo* dari pantulan sonar sehingga dapat diketahui jarak sumber sonar ke benda. Sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 1.

Load cell merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital. Bahkan tingkat keakuratan suatu timbangan digital tergantung dari jenis dan tipe *load cell* yang dipakai. *Load cell* adalah sensor yang dapat mendeteksi adanya perubahan massa yang ditimbulkan oleh gaya dan gravitasi benda (Permatasari et al., 2019). Perubahan yang ditimbulkan oleh gaya dan gravitasi benda nantinya akan dijadikan sebagai sinyal analog dan akan diteruskan ke transduser. Transduser berfungsi mengubah sinyal analog yang ditimbulkan oleh *load cell* ke besaran listrik.

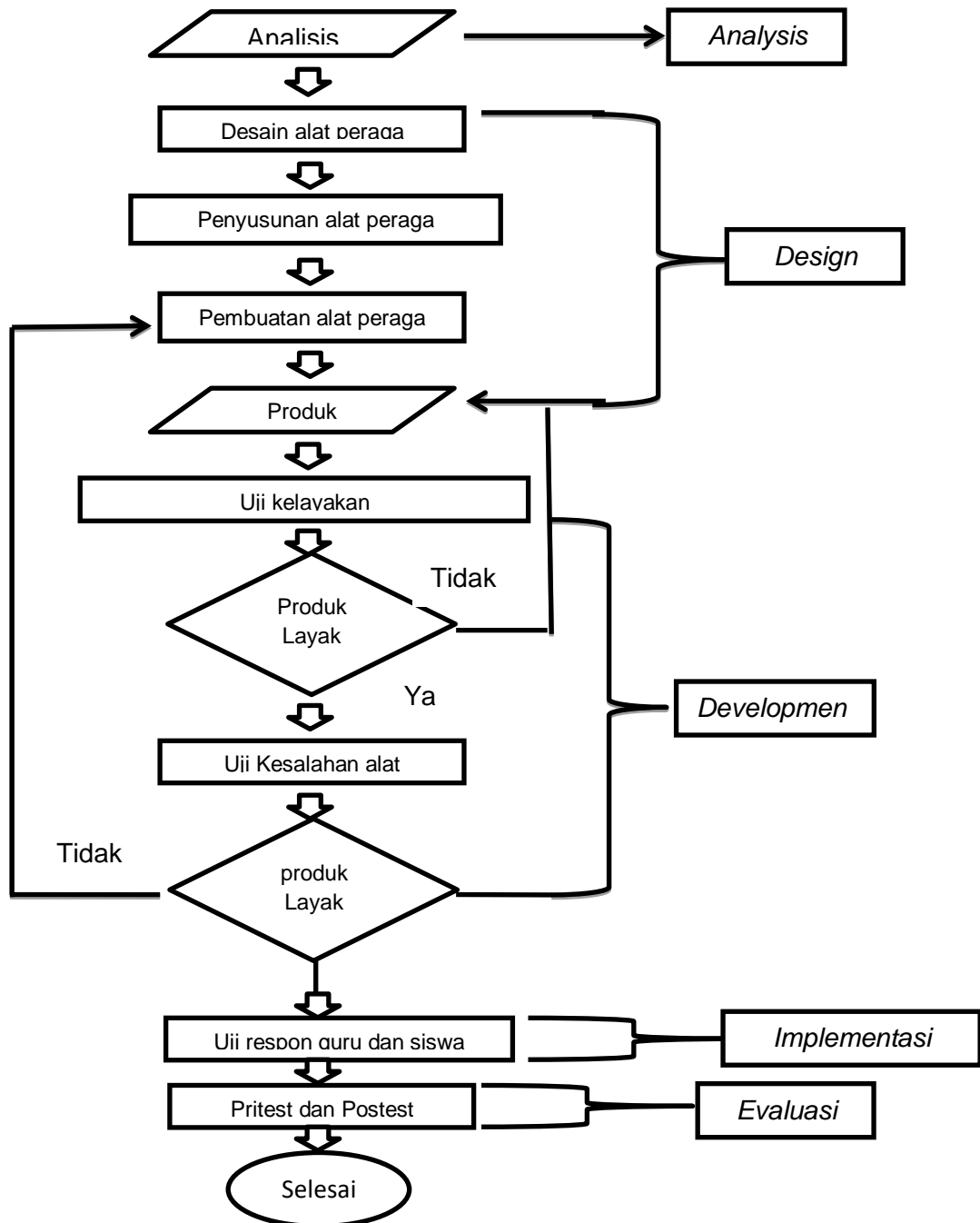
Prinsip kerja *load cell* dihitung dari perubahan resistansi yang terjadi akibat timbulnya sebuah regangan pada *foil metal strain gaugs*. Perubahan resistansi diakibatkan oleh pemberian sebuah beban pada sisi elastis sehingga mengalami perubahan tekanan sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gaugs* (Trainer et al., 2021). Dari hasil perubahan tekanan pada beban akan diubah menjadi tegangan oleh komponen pendukung yang ada.

Keunggulan media adalah media yang dikembangkan secara otomatisasi sehingga siswa dengan mudah mengamati hasil percobaan secara langsung dan dapat membandingkannya dengan percobaan manua. Siswa dapat memhami secara lebih kompleks terhadap konsep energi kinetik benda ketika jatuh pada ketinggian maksimum dan minimum menggunakan alat peraga berbasis arduino uno sehingga hasil energi kinetik yang didapat sesuai dengan landasan teorinya yaitu energi kinetik yang dihasilkan pada titik maksimum akan bernilai minimum dan pada titik minimum akan bernilai maksimum. Ditinjau dari pemaparan masalah yang telah dijelaskan maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Pengembangan alat laboratorium riil berbasis ardouno uno pada materi energi kinetik.

METODE

Metode yang digunakan dalam rencana penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) (Indrasari et al., 2021). Model penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah model ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan, yaitu: *analysis, design, develop, Implementation* dan *Evaluation*. Penggunaan model ADDIE dalam penelitian ini cocok diaplikasikan karena basis penerapan model tersebut berorientasi pada pengembangan strategi pembelajaran dan media pembelajaran. Selain itu, penerapan model ADDIE digunakan untuk pengembangan yang sifat konstruksional yaitu mendapatkan keterbaharuan dari produk yang dikembangkan (Sesa et al., 2020)

Subjek pengembangan dalam penelitian ini adalah validator yang terdiri dari ahli media dan materi yang masing-masing bertugas untuk memvalidasi produk yang digunakan dalam penelitian ini. validator akan menilai layak atau belumnya produk pengembangan alat peraga yang dibuat sebagai alternatif alat bantu pembelajaran fisika pada konsep energi mekanik. Validator media dalam penelitian ini terdiri dari 2 orang dosen IKIP PGRI Pontianak dari Program Studi Pendidikan Fisika yang ahli untuk menilai kelayakan media. Untuk validator materi terdiri dari 2 orang dosen IKIP PGRI Pontianak dari Program Studi Pendidikan Fisika yang ahli untuk menilai kelayakan materi. Untuk Subjek uji coba produk ditujukan kepada siswa kelas 12 MAN 2 Pontianak. Sampel penelitian yang dikembangkan sebanyak 40 orang. Berikut tahapan alur yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana yang digambarkan pada gambar 1 di bawah ini. Untuk menguji kelayakan produk, maka dilakukan penilaian kelayakan terhadap alat peraga. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli materi dan media. Uji analisis data menggunakan angket skala *Likert* untuk menentukan kriteria dari alat peraga setelah dilakukan penilaian (Dibarbora, 2021). Kriteria yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1. Setelah uji kelayakan produk dilakukan dan dinyatakan layak untuk digunakan, tahapan berikutnya adalah uji coba terbatas alat kepada siswa dan guru. Uji analisis menggunakan angket skala *Likert* untuk menentukan kriteria dari alat peraga setelah dilakukan diuji cobakan. Kriteria yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 1. Alur diagram penelitian

Tabel 1. Kriteria kualitatif penilaian ahli meteri dan ahli media

Keterangan	Nilai
Sangat Layak	$80\% < P \leq 100\%$
Layak	$60\% < P \leq 80\%$
Cukup Layak	$40\% < P \leq 60\%$
Kurang Layak	$20\% < P \leq 40\%$
Sangat Kurang Layak	$0\% < P \leq 20\%$

Tabel 2. Kriteria penilaian respon guru dan siswa

Keterangan	Nilai
Sangat Baik	$80\% < P \leq 100\%$
Baik	$60\% < P \leq 80\%$
Cukup Baik	$40\% < P \leq 60\%$
Kurang Baik	$20\% < P \leq 40\%$
Sangat Kurang Baik	$0\% < P \leq 20\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pengembangan penelitian yang dilakukan meliputi tahap *analysis* (penganalisisan), *design* (perancangan), dan *development* (pengembangan), *Implementation* dan *Evaluation*. Adapun kegiatan yang dilakukan pada masing-masing tahapan adalah sebagai berikut :

a. Analysis

Penelitian ini diawali dengan tahap *analysis* yang pada tahap ini terdapat beberapa tahapan antara lain analisis masalah, analisis materi, analisis sensor, dan bahasa pemrograman. Dalam menganalisis masalah, peneliti melakukan observasi, wawancara guru mata pelajaran fisika dan wawancara siswa untuk mengetahui potensi masalah pada proses pembelajaran pada materi energi kinetik yang dilakukan. Hasil wawancara dan observasi yang dilakukan ditemukan kendala-kendala yang terjadi dalam proses pembelajaran. Kendala tersebut diantaranya yaitu proses pembelajaran fisika yang dilakukan masih menggunakan metode pembelajaran konvensional yaitu ceramah. Pemanfaatan alat laboratorium riil kurang dilakukan disebabkan karena keterbatasan alat-alat peraga di laboratorium (Sesa et al., 2020). Keterlibatan siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran juga kurang disebabkan pembelajaran minim memanfaatkan media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan bagi siswa seperti penggunaan alat peraga (Irawan et al., 2021).

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini di pilih sesuai dengan kebutuhan dan keakuratan data. Setelah di analisis sensor yang cocok digunakan dalam penelitian ini adalah sensor ultrasonik dan sensor load cell. Sensor ultrasonik di gunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan, dan sensor load cell digunakan untuk menemukan nilai massa. Pemilihan bahasa pemrograman yang digunakan menggunakan bahasa C++.

b. Design

Kegiatan yang dilakukan dalam tahapan design adalah sebagai berikut : Perancangan dan Pembuatan Sistem Minimum, Pembuatan *Body* atau *Chasing* Alat Peraga, pembuatan sistem kerja alat peraga, Pembuatan *Hardware* Sistem Alat Peraga, dan Pembuatan *Software* Sistem Alat Peraga.

Tahapan perancangan dan pembuatan sistem minimum alat peraga sebagai sistem rangkaian kendali yaitu dimulai dengan pembuatan rangkaian sistem. Pembuatan *Body* atau *chasing* alat peraga dimulai dengan mendesain bentuk dan ukuran alat yang dijadikan sebagai acuan pembuatan alat. Pembuatan *chasing* alat menggunakan bahan dasar dari besi ukuran 2 cm, pemilihan bahan ini dikarenakan besi memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap cuaca yang relatif tinggi dibandingkan

dengan bahan seperti kayu sehingga alat yang dibuat dapat bertahan lama. Setelah pembuatan *chasing*, langkah selanjutnya merangkai dan merakit komponen-komponen yang diperlukan seperti Arduino, sensor *load cell*, sensor ultrasonik, push button, dan kabel jumper serta komponen-komponen lainnya.

Pembuatan system kerja alat peraga mempunyai sistem kontrol/kendali yang berfungsi untuk mengolah data IC arduino yang berisi sistem program untuk mengakses data dari hasil pembacaan sensor ultrasonik dan sensor *load cell* yang digunakan untuk menghitung kecepatan dan massa dari sebuah benda (Pusch et al., 2021). Perancangan software alat peraga dalam penelitian ini dilakukan dengan pemrograman pada sistem arduino. Pemrograman ini dilakukan dengan maksud untuk mengatur fungsi utama dari alat peraga sebagai penghitung nilai energi kinetik benda yang dihasilkan dari pengukuran sensor ultrasonik dan sensor *load cell* beserta variabel yang lain berbantuan push button sebagai tombol yang berfungsi untuk menginput data variabel yang diperlukan dalam pengukuran tersebut.

Software yang dibuat digunakan untuk mengaktifkan fungsi kerja dari sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian benda dan sensor *load cell* sebagai pengukur massa benda serta push button sebagai tombol input dalam sistem arduino. Software arduino akan mengolah hasil pengukuran ketinggian sebuah benda ketika dijatuhkan dengan memanggil fungsi dari sensor ultrasonik yang letaknya tepat sejajar dengan permukaan ujung benda sehingga ketika dijatuhkan pengukuran awal oleh sensor terhadap benda tidak memiliki nilai selisih yang besar ketika diukur secara sistem analog (Straight & Materials, 2021). Software arduino juga mengukur massa benda dengan memanggil fungsi kerja dari sensor *load cell* serta memanggil fungsi push button untuk memunculkan variabel waktu benda yang hasil akhir dari pembacaan system.

c. Development

Tahapan kegiatan yang dilakukan adalah pengujian oleh ahli materi, dan ahli media. Proses penilaian terhadap alat peraga oleh ahli materi dilakukan sebanyak 2 kali. Setelah dilakukan validasi pada alat peraga yang dikembangkan, terdapat beberapa saran dan koreksian oleh ahli materi dalam proses validasi yang dilakukan sehingga perlu direvisi atau perbaikan berdasarkan saran dan masukan oleh ahli media. Aspek-aspek yang dinilai oleh ahli media terdiri dari 3 aspek yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari tabel 3, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan penilaian oleh ahli materi, media pembelajaran fisika berupa alat peraga berbasis mikrokontroler arduino uno pada materi energi mekanik mendapat kriteria sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil perbaikan dan saran dari validator ahli materi berkaitan dengan konsep energi kinetik. Dimana pada posisi maksimum maka energi kinetik akan bernilai minimum, dan pada posisi minimum energi kinetik akan bernilai nol.

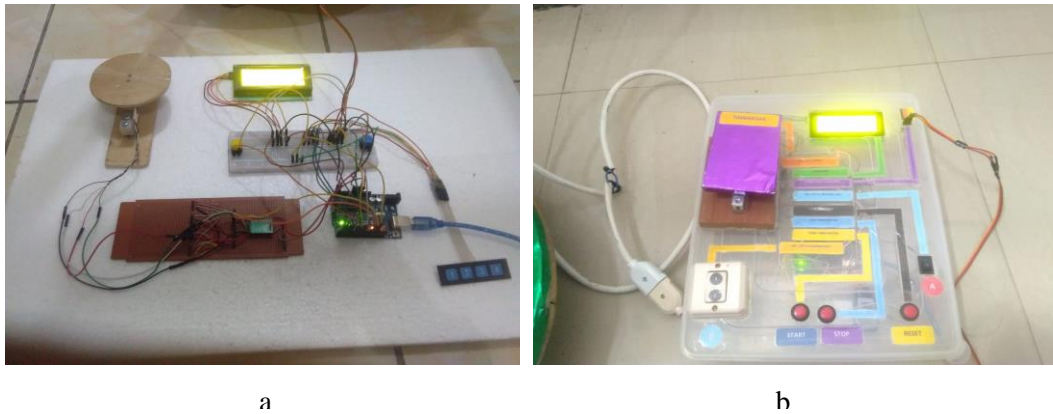
Tabel 3. Perolehan Aspek Lembar Validasi Materi

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	83 %	Sangat Layak
2	Nilai pendidikan	88 %	Sangat Layak
3	Keterlaksanaan	85 %	Sangat Layak
JUMLAH		255 %	
RATA-RATA PERSENTASE		85 %	Sangat Layak

Proses penilaian kelayakan produk berupa alat peraga oleh ahli media dilakukan dengan cara memberikan produk berupa alat peraga beserta lembar penilaian berupa lembar validasi. Aspek-aspek yang dinilai oleh ahli media dapat di lihat pada Tabel 4. Hasil perbaikan atau revisi oleh validator media berdasarkan penilaian uji kelayakan yang telah dilakukan yaitu untuk tampilan alat dan bahan harus dikemas dalam box agar alat yang di kembangkan aman dan akurat hasilnya.

Tabel 4. Perolehan Aspek Lembar Validasi Media

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Ketahanan Alat	86%	Sangat Layak
2	Aspek Penyajian Data	88%	Sangat Layak
3	Kecepatan sistem <i>software</i> alat dalam pembacaan hasil pengukuran	87%	Sangat Layak
4	Efisiensi Alat	90%	Sangat Layak
5	Estetika	84%	Sangat Layak
6	Aspek Penampilan Fisik (Bentuk Alat)	87%	Sangat Layak
JUMLAH		522%	
RATA-RATA PERSENTASE		87%	Sangat Layak



Gambar 2. Perbaikain alat yang di kembangkan, (a) sebelum direvisi, (b) setelah direvisi

d. *Implementation*

Tahapan implementasi dilakukan secara terbatas kepada siswa dan guru MAN 2 Pontianak Untuk mengetahui respon guru terhadap media pembelajaran energi kinetik berbasis mikrokontroler ardouno uno dipilihlah satu oarang guru fisika untuk menilai alat yang dikembangkan. Adapun hasil respon guru dapat di lihat pada tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Respon Guru

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Motivasi belajar dan pemahaman konsep energi mekanik dengan alat peraga sebagai media pembelajaran fisika	84%	Sangat Baik
2	Pengoperasian dan kinerja alat peraga	82%	Sangat Baik
3	Kualitas alat peraga	83%	Sangat Baik
JUMLAH		249%	
RATA-RATA PERSENTASE		83 %	Sangat Baik

Penilaian respon siswa yang dilakukan terdiri dari 3 aspek yaitu aspek motivasi belajar dan pemahaman konsep energi kinetik dengan alat peraga sebagai media pembelajaran fisika, aspek pengoperasian dan kinerja alat peraga, serta aspek kualitas alat peraga yang kemudian dijabarkan menjadi 12 pernyataan. Tabel 6 menunjukkan hasil dari rekapitulasi respon siswa berdasarkan aspek yang dinilai.

Tabel. 6. Penilaian Respon Siswa

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Motivasi belajar dan pemahaman konsep energi mekanik dengan alat peraga sebagai media pembelajaran fisika	90%	Sangat Baik
2	Pengoperasian dan kinerja alat peraga	89%	Sangat Baik
3	Kualitas alat peraga	88%	Sangat Baik
JUMLAH		267%	
RATA-RATA PERSENTASE		89 %	Sangat Baik

Hasil respon guru dan siswa terhadap penggunaan alat peraga pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino uno diperoleh setelah dilakukan uji coba terbatas oleh guru dan siswa. Berdasarkan table 5 dan table 6 perolehan skor respon guru di peroleh rata-rata skor keseluruhan aspek yaitu sebesar 83% , dan rata-rata skor keseluruhan aspek respon siswa yang diperoleh sebesar 89%. Kriteria respon guru dan siswa yaitu sangat baik, sehingga alat peraga pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino uno berbantuan sensor yang dikembangkan layak digunakan oleh siswa dan guru dalam proses pembelajaran dikelas.

Berdasarkan permasalahan yang di hadapi siswa dalam menghadapi perubahan dunia yang tengah memasuki era revolusi industri 4.0 atau revolusi industri dunia keempat di mana teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan manusia (Kane et al., 2016). Menyiapkan lulusan yang berkualitas dan mampu bersaing secara global, dan menguasai perkembangan teknologi merupakan hal yang penting untuk semua orang dan penting bagi masa depan suatu negara (Pfeiffer, 2017). Dengan demikian, dukungan dan peran pendidikan tinggi diharapkan untuk meningkatkan daya saing bangsa Indonesia di tengah persaingan global pesatnya perkembangan teknologi informasi. Mau tidak mau guru atau dosen harus menyiapkan pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan zaman (Prasetyo & Sutopo, 2018). Diantaranya adalah pembelajaran dengan menggunakan alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno pada materi energi kinetik.

Kebaruan dari penelitian ini adalah alat yang di kembangkan menggunakan sensor ultra sonik dan load cell. Selain itu alat yang di kembangkan bisa menjelaskan prinsip energi kinetik benda pada saat posisi benda maksimum, dan minimum. Alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno pada materi energi kinetik membantu pembelajaran siswa lebih inovatif dan mudah diingat. Hasil dari pengamatan langsung bisa dilihat secara langsung oleh guru dan siswa. Siswa juga diberi kesempatan untuk bekerjasama untuk mencoba alat, menghitung hasil percobaan, dan membandingkan antara hasil perhiungan menggunakan alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno dengan perhitungan secara manual. Hal ini dapat meningkatkan keakraban antar siswa dan guru dapat mengetahui kemampuan siswa (Dibarbora, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno pada materi energi kinetik dapat memberikan manfaat untuk menghilangkan kejenuhan, kebosanan, kecemasan, dan kelelahan karena proses belajar mengajar di kelas sehingga menyenangkan. Selain itu, Alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno pada materi energi kinetik juga mampu (1) melatih siswa untuk berinteraksi dalam kelompok dan bekerja sama sebagai tim, (2) mengembangkan dan mengoptimalkan otak dan kreativitas, (3) meningkatkan rasa percaya diri, (4) melatih untuk mengambil keputusan dan tindakan, (5) melatih dalam menentukan strategi (Pratiwi et al., 2020). Alat laboratorium riil berbasis mikrokontroler ardouno uno pada materi energi kinetik bertujuan untuk (1) menciptakan suasana santai untuk siswa, (2) mudah memahami konsep materi, (3) menghasilkan pembelajaran yang bersemangat dan bersemangat suasana, (4) menumbuhkan motivasi

belajar. Berdasarkan alasan diatas, media pembelajaran berbasis mikrokontroler arduino uno pada materi energi kinetik dapat meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar siswa.

Dalam proses pembelajaran penggunaan media pembelajaran berbasis mikrokontroler arduino uno pada materi energi kinetik di bantu dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), LPPD yang di kembang kan memuat kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian, tujuan pembelajaran, kajian teori, langkah-langkah penggunaan alat, dan analisis data. Siswa dibentuk menjadi kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 3 sampai 5 orang. Hal yang menarik dikarenakan siswa dapat menggunakan alat yang di kembangkan serta bisa memahami konsep dari materi energi kinetik (Casaburo, 2021). Tahapan selanjutnya, peneliti memberikan soal sesuai dengan materi inti yang telah dijelaskan sebelumnya. Berikut pertanyaannya juga dirancang dalam bentuk essay pada topik energi kinetik. Seperti pertanyaan yang telah diberikan sebelumnya, siswa juga bersaing untuk mendapatkan nilai tertinggi. Perbedaan dalam sesi ini dilakukan secara mandiri, tidak dalam kelompok.

KESIMPULAN

Ditinjau hasil uji coba produk dan pembahasan, secara umum dapat disimpulkan bahwa alat peraga pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino uno pada materi energi kinetik layak digunakan sebagai media pembelajaran. Berdasarkan penelitian pengembangan alat peraga berbasis mikrokontroler arduino uno yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kelayakan alat peraga pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino uno oleh penilaian ahli materi memperoleh skor rata-rata 85% dengan kriteria sangat layak, dan kelayakan alat peraga pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino uno oleh penilaian ahli media memperoleh skor rata-rata sebesar 87 % dengan kriteria sangat layak.
2. Respon guru pelajaran fisika diperoleh skor 83%, dengan kriteria sangat baik, dan skor rata-rata respon siswa di peroleh nilai 89 %, dengan kriteria sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Casaburo, F. (2021). *Teaching Physics by Arduino during COVID-19 Pandemic: The Free Falling Body Experiment*. <http://arxiv.org/abs/2105.03888>
- Dibarbora, C. (2021). Computational models and experimental validation at the physics teacher training college using scilab and arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012139>
- H, N., Arnidah, A., & Hasfat, H. (2021). The Development Of Multimedia-Based Digital Simulation E-Book For Vocational Schools. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, 7(1), 84. <https://doi.org/10.26858/est.v7i1.19193>
- Herliandry, L. D., Nurhasanah, N., Suban, M. E., & Kuswanto, H. (2020). Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 65–70. <https://doi.org/10.21009/jtp.v22i1.15286>

- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>
- Indrasari, W., Rustana, C. E., & Zulfikar. (2021). Development a practicum tools to measure the speed of the air using Arduino Uno Microcontroller. *Journal of Physics: Conference Series*, 1816(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1816/1/012109>
- Irawan, Y., Wahyuni, R., & Fonda, H. (2021). Folding Clothes Tool Using Arduino Uno Microcontroller And Gear Servo. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(3), 170–174. <https://doi.org/10.18196/jrc.2373>
- Kane, S. N., Mishra, A., & Dutta, A. K. (2016). Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Matsun, M., Ramadhani, D., & Lestari, I. (2018). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR LISTRIK MAGNET BERBASIS ANDROID DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA IKIP PGRI PONTIANAK. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v9i1.23703>
- Permatasari, A., Yuberti, Y., & Anggraini, W. (2019). Pengembangan Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai ALat Peraga Fisika. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 380–387. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i3.4364>
- Pfeiffer, S. (2017). The Vision of “Industrie 4.0” in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded. *NanoEthics*, 11(1), 107–121. <https://doi.org/10.1007/s11569-016-0280-3>
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2018). Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 17. <https://doi.org/10.14710/jati.13.1.17-26>
- Pratiwi, U., Al Haddar, G., & Kristiawan, M. (2020). Arduino-Based Mini Reed Switch Magnetic Sensor Media: Implementation in Physics Learning to Improve Students’ Analyzing Ability. *Jurnal Iqra’ : Kajian Ilmu Pendidikan*, 5(1), 183–193. <https://doi.org/10.25217/ji.v5i1.773>
- Pusch, A., Ubben, M. S., Laumann, D., Heinicke, S., & Heusler, S. (2021). Real-time data acquisition using Arduino and phyphox: Measuring the electrical power of solar panels in contexts of exposure to light in physics classroom. *Physics Education*, 56(4). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abe993>
- Putri, A. (2021). PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM MENGGUNAKAN SENSOR MEDIA BANTU PRAKTIKUM MATERI GELOMBANG Pendahuluan Pendidikan merupakan suatu aspek kehidupan yang sangat mendasar bagi pembangunan. 8(1), 1–13.
- Sesa, E., Feriyono, A., Djamal, M., Musa, M. D. T., Ulum, M. S., & Farhamsa, D. (2020). The design and implementation of an instrument for converting angular velocity to linear velocity based on arduino atmega 2560. *Journal of Physics: Conference Series*, 1434(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1434/1/012001>
- Straig Trainer, P., Mikrokontroler, P., Mikrokontroler, T., & Uno, A. (2021). ARDUINO UNO PADA MATA PELAJARAN TEKNIK PEMOGRAMAN MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER KELAS XI TEI DI SMKN 1 NGAWI Zainal Mujib Ansori S1 Pendidikan Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Negeri Surabaya Lilik Anifah Jurusan Teknik Elektro , Fakultas.