



Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino Dari Barang Bekas Sebagai Media Edukatif Fisika

Larasati Rizky Putri^{1*}; Sentot Novianto¹; Ika Wahyu Utami²; Bambang Cholis Su'udi²;
Muhammad Doris³; Amrullah Gilang Ibrahim¹; Ahmad Roqy Mustafidan²; Jeevan Kristori¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

²Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

³Program Studi Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

^{1*}E-mail: larasati.rizki@trisakti.ac.id

Abstrak

Kualitas pembelajaran fisika di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) memerlukan inovasi dalam penggunaan media edukatif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep fisika yang abstrak. Berdasarkan tantangan tersebut, Tim Dosen Laboratorium Fisika, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti mengadakan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dengan menghimpun mitra komunitas MGMP IPA Kota Tangerang. Salah satu upaya inovatif untuk media edukatif yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan roket air berbasis Arduino, yang dirancang dari barang bekas sebagai alat peraga. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru-guru SMP dalam merancang, membangun, dan menggunakan roket air berbasis teknologi Arduino sebagai media edukatif fisika. Kegiatan pengabdian ini disajikan dalam bentuk pelatihan dan demonstrasi media dengan materi pelatihan mencakup prinsip kerja roket air, sebagai alat peraga, memanfaatkan prinsip dasar fisika seperti hukum Newton, momentum, dan tekanan. Penggabungan Arduino sebagai mikrokontroler memungkinkan roket air dikendalikan secara otomatis dan memperkenalkan guru serta peserta didik pada pemrograman dasar. Dengan menggunakan barang bekas, pelatihan ini tidak hanya mendukung keberlanjutan melalui daur ulang, tetapi juga menawarkan solusi pembelajaran yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Dalam kegiatan PkM ini, para guru belajar merancang, membangun, dan memprogram roket air dari barang bekas, memperkuat konsep daur ulang dalam pembelajaran yang berkelanjutan. Hasil dari pelatihan menunjukkan bahwa mayoritas guru dapat memahami penggunaan teknologi Arduino dalam pembelajaran fisika dan mampu mengaitkannya dengan materi yang relevan. Selain itu, penggunaan alat peraga ini dinilai dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam percobaan fisika serta meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep ilmiah secara lebih mendalam. Guru-guru yang mengikuti pelatihan ini juga menunjukkan motivasi tinggi dalam mengadopsi alat peraga tersebut untuk kegiatan praktikum di sekolah masing-masing. Dengan demikian, pelatihan ini berpotensi memberikan dampak positif yang signifikan terhadap proses pembelajaran fisika di SMP dan menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan inovatif.

Kata Kunci: Rancang Bangun Roket Air, Arduino, Media Edukatif Fisika, Barang Bekas, Inovasi Pembelajaran

Abstract

The quality of physics learning at the Junior High School (SMP) level requires innovation in the use of educational media to improve students' understanding of abstract physics concepts. Based on these challenges, the Physics Laboratory Lecturer Team, Faculty of Industrial Technology, Universitas Trisakti held a Community Service (PkM) activity by gathering community partners MGMP IPA of Tangerang. One of the innovative efforts for educational media that can be done is to utilize Arduino-based water rockets, which are designed from used goods as teaching aids. This training aims to improve the competence of junior high school teachers in designing, building, and using water rockets based on Arduino technology as physics educational media. This service activity is presented in the form of training and media demonstrations with training materials covering the working principles of water rockets, as teaching aids, utilizing basic physics principles such as Newton's law, momentum, and pressure. The incorporation of Arduino as a microcontroller allows the water rocket to be controlled automatically and introduces teachers and learners to basic programming. By using used items, this training not only supports sustainability through recycling, but also offers a more economical and environmentally friendly learning solution. In this PkM activity, teachers learn to design, build and program water rockets from used items, reinforcing the concept of recycling in sustainable learning. The results of the training show that the majority of teachers can understand the use of Arduino technology in physics learning and are able to relate it to relevant materials. In addition, the use of this teaching aid is considered to increase students' involvement in physics experiments and improve students' understanding of scientific concepts more deeply. Teachers who participated in the training also showed high motivation in adopting the teaching aids for practicum activities in their respective schools. Thus, the training has the

potential to have a significant positive impact on the physics learning process in junior high schools and to create more interactive and innovative learning.

Keywords: *Water Rocket Design, Arduino, Physics Educational Media, Used Goods, Learning Innovation*

1. Pendahuluan

Pendidikan fisika di tingkat sekolah menengah pertama (SMP) memainkan peran penting dalam mengembangkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar sains, khususnya dalam kaitannya dengan fenomena alam dan penerapan teknologi. Salah satu tantangan yang dihadapi guru fisika adalah memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual agar peserta didik dapat menghubungkan teori dengan aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari (Finney et al., 2013). Penggunaan alat peraga yang efektif merupakan salah satu solusi yang diakui dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta didik dalam mempelajari fisika (Barrowman, J.S, 2015).

Roket air merupakan salah satu alat peraga yang sudah cukup dikenal di dunia pendidikan sains. Dengan menggunakan prinsip fisika sederhana seperti hukum Newton tentang aksi-reaksi, roket air mampu menjelaskan konsep dasar gerak, tekanan, dan momentum secara aplikatif dan menyenangkan (Hunt et al., 2014). Namun, penggunaan roket air dalam pembelajaran masih terbatas pada eksperimen sederhana yang belum sepenuhnya memanfaatkan perkembangan teknologi, seperti pemrograman dan otomatisasi (Muslow, 2011).

Seiring dengan kemajuan teknologi digital, Arduino sebagai platform elektronik berbasis mikrokontroler yang terbuka dan mudah digunakan, telah memberikan peluang baru dalam inovasi alat peraga di bidang pendidikan (Irawati dkk., 2016). Melalui kombinasi antara teknologi Arduino dan eksperimen roket air, guru dapat mengembangkan media edukatif yang tidak hanya mendemonstrasikan konsep fisika dasar, tetapi juga memperkenalkan peserta didik pada dasar-dasar pemrograman dan elektronika sederhana (Bailio, 2016). Rancang bangun roket air berbasis Arduino menawarkan peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika dengan cara yang lebih interaktif dan relevan dengan perkembangan teknologi modern (Sanjaya, 2018).

Selain itu, pendekatan daur ulang dengan memanfaatkan barang bekas sebagai bahan utama dalam pembuatan roket air menambah nilai edukatif dalam mengajarkan konsep keberlanjutan dan pemanfaatan sumber daya secara kreatif (Fairusy F et al., 2016). Dengan memadukan aspek fisika, teknologi, dan kesadaran lingkungan, media edukatif ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang lebih luas dalam konteks pendidikan (Rodrigues et al., 2014).

Pelatihan rancang bangun roket air berbasis Arduino dari barang bekas sebagai media edukatif

fisika bagi guru SMP bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam menciptakan alat peraga inovatif yang efektif dan aplikatif. Guru tidak hanya diajarkan cara membuat roket air berbasis teknologi Arduino, tetapi juga bagaimana mengintegrasikan alat peraga ini ke dalam proses pembelajaran fisika yang lebih menarik dan bermakna bagi peserta didik (Lockette et al., 2016). Dalam pelatihan ini, peserta diharapkan memperoleh keterampilan teknis dalam perakitan perangkat serta kemampuan untuk memanfaatkan alat peraga tersebut dalam konteks kurikulum fisika.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan ini menjadi penting karena dapat memberikan dampak positif terhadap kualitas pengajaran fisika di sekolah. Guru yang terlatih dalam menggunakan media edukatif berbasis teknologi akan lebih mampu menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual, menarik, dan relevan dengan perkembangan teknologi masa kini, yang pada gilirannya dapat meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik (Kian, 2016).

2. Bahan dan Metode

Sasaran yang dituju pada PkM ini adalah Lingkungan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Ilmu Pengetahuan Alam Kota Tangerang, Banten. Melalui pelatihan ini diharapkan akan mendorong penerapan teknologi Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas dalam kurikulum pendidikan di berbagai sekolah dan lembaga pendidikan di Kota Tangerang. Kami akan berkolaborasi dengan pihak terkait untuk memperkenalkan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas sebagai alat bantu edukatif yang efektif dan inovatif, dengan harapan aplikasi ini dapat menjadi bagian integral dari pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) di berbagai tingkat pendidikan.

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat telah diinisiasi dengan tujuan untuk memberikan manfaat yang nyata bagi komunitas yang dilayani. Agar pelatihan ini dapat berjalan dengan sukses, diperlukan sebuah tahapan pelaksanaan PkM dan pembagian tugas kerja yang jelas dan efektif. Berikut ini tahapan pelaksanaan PkM yang akan dilakukan pada Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024, adalah sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan Kegiatan PkM

Pada Pengabdian kepada Masyarakat ini dipandu oleh instruktur yang memiliki kualifikasi kepakaran di berbagai bidang. 1 orang Dosen Teknik Mesin sebagai

Instruktur pelatihan memiliki latar belakang yang kuat dalam pendidikan fisika, terutama terkait penerapan konsep fisika dalam eksperimen praktis. Terdapat juga 1 orang Dosen Teknik Mesin dan 1 orang Dosen Teknik Elektro sebagai instruktur yang ahli dalam teknologi Arduino dan pemrograman mikrokontroler, yang digunakan untuk mengontrol dan mengumpulkan data dari eksperimen roket air. Selain itu, terdapat 2 orang Dosen yang berasal dari Teknik Industri instruktur memiliki pengalaman dalam proyek berbasis sains dan teknologi serta berkompeten dalam memanfaatkan barang bekas untuk menciptakan alat peraga pendidikan yang inovatif dan murah. Kepakaran mereka dalam mengintegrasikan metode pembelajaran berbasis proyek dengan kurikulum fisika sekolah menengah pertama, menjadikan pelatihan ini praktis dan relevan untuk diaplikasikan di kelas. Kombinasi pengetahuan teknis dan pedagogis memastikan peserta mendapatkan pembelajaran yang holistik dan aplikatif.

RUNDOWN ACARA PKM GABUNGAN		
No.	Waktu	Kegiatan
1	08.00	Berangkat dari Kampus, Gedung F & G FTI Unakti
2	09.00	ISHOMA (SIMP) 33 Kota Tangerang
3	09.30 - 10.30	Pembukaan Acara oleh MC Sambutan: Kepala Lab. Fisika dan Ketua MGMP IPA Kota Tangerang + Foto Bersama
4	10.30 - 11.30	Presentasi oleh Tanya Jemali TIM BCS - Mengingat Lebih Cepat dengan Supermodel
5	11.30 - 12.30	Presentasi oleh Tanya Jemali TIM NWI - MN - Digitalisasi Pembelajaran Sains dengan Thinglik
6	12.30 - 13.30	Presentasi oleh Tanya Jemali TIM LRP - MEI - Rancang Bangun Media Peraga Roket Air
7	13.30 - 14.30	Resamannya MC dan Rancangan Roket

Gambar 1. Rapat Persiapan PkM Laboratorium Fisika

Mitra atau sasaran pada Pengabdian Kepada Masyarakat adalah Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di wilayah Kota Tangerang. Tim PkM akan berkomunikasi dengan calon mitra untuk pengajuan kegiatan PkM melalui pelatihan secara luring. Jika calon mitra menyetujui maka pengelola akan mengajukan permohonan untuk dilakukan pelatihan. Permohonan tersebut akan diunggah di SIMPPM bersama dengan proposal PkM.

Selanjutnya, pembuatan materi kegiatan dan modul percobaan adalah sebagai sarana edukasi dan pendukung kepada peserta PkM. Dalam Pelatihan materi yang disampaikan akan mencakup beberapa topik utama. Pertama, guru akan mempelajari konsep dasar fisika yang relevan, seperti hukum Newton, tekanan udara, energi kinetik, dan gaya, yang menjadi dasar kerja roket air. Selanjutnya, materi beralih ke proses perancangan dan pembuatan roket air, di mana guru akan diajarkan cara memanfaatkan barang bekas seperti botol plastik dan pipa PVC sebagai bahan

utama roket. Materi juga meliputi pengenalan dan penggunaan Arduino, yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengontrol dan mengukur performa roket, seperti tekanan, pengaturan sudut dan ketinggian. Guru akan mendapatkan pengetahuan dasar tentang pemrograman Arduino dan pengintegrasian dengan sensor-sensor sederhana (Thorncoft et al., 2012).



Gambar 2. Materi Kegiatan PkM Roket Air

Pada bagian akhir, materi pelatihan fokus pada implementasi dan demonstrasi proyek roket air sebagai media pembelajaran fisika di kelas, meliputi bagaimana mengorganisasi eksperimen, melibatkan peserta didik, serta menganalisis data hasil percobaan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika (Hafiz dkk, 2020). Dengan menggunakan tambahan pendukung yaitu modul percobaan digital, penjelasan akan lebih menarik. Terdapat 1 modul percobaan berisi petunjuk teknis dalam merancang roket air berbasis Arduino. Serta diperkuat dengan materi konseptual dan implementasi ilmu fisika dalam percobaan roket air berbasis Arduino (Dietzel, 2010).



Gambar 3. Modul Percobaan Digital Roket Air

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dilakukan secara luring dengan durasi 2 - 4 jam dengan target peserta sebanyak 30 - 50 peserta guru. Sebelum mengikuti Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas sebagai Media Edukatif Fisika, guru sekolah menengah pertama perlu melakukan beberapa persiapan. Pertama, guru sebaiknya mempelajari dasar-dasar fisika terkait hukum gerak, tekanan, dan energi yang relevan dengan prinsip kerja roket air.

Selain itu, mengenal komponen Arduino dan dasar-dasar pemrogramannya akan memudahkan dalam memahami materi pelatihan. Guru juga

diharapkan menyiapkan alat dan bahan seperti barang bekas (botol plastik, pipa PVC) serta membawa laptop dengan Arduino yang sudah terinstal (Tomita et al., 2008). Tahapan pelatihan meliputi beberapa langkah inti. Tahap pertama, guru akan diperkenalkan pada konsep dasar fisika dan cara kerja roket air. Tahap kedua, guru belajar merakit roket air dari barang bekas sambil mempraktikkan hukum fisika. Tahap ketiga, pelatihan berfokus pada penggunaan Arduino untuk mengukur data seperti tekanan dan ketinggian roket. Pada tahap akhir, guru akan menguji roket yang telah dirakit, menganalisis hasil eksperimen, dan membahas cara menerapkan proyek ini di kelas sebagai media pembelajaran fisika yang interaktif dan aplikatif (Greenwood et al., 1989).

b. Tahap Pelaksanaan PkM

Pelaksanaan Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas sebagai Media Edukatif Fisika bagi guru sekolah menengah pertama dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan. Berikut adalah langkah-langkah metode pelaksanaan pelatihan secara detail:

1. **Pembukaan dan Pengenalan:** Pada tahap awal, pelatihan dimulai dengan pembukaan oleh penyelenggara, di mana peserta diberikan gambaran umum tentang tujuan pelatihan dan pentingnya topik roket air berbasis Arduino sebagai media pembelajaran fisika. Selanjutnya, peserta akan diperkenalkan pada agenda pelatihan, instruktur, serta sumber daya yang akan digunakan.



Gambar 4. Tahap awal pemberian gambaran umum pelatihan roket air

2. **Pengenalan Konsep Fisika Dasar:** Pelatihan kemudian berlanjut dengan materi teori yang mengulas konsep fisika dasar yang terkait dengan roket air, seperti hukum gerak Newton, tekanan udara, dan gaya dorong. Instruktur akan menjelaskan bagaimana prinsip-prinsip fisika ini berlaku dalam eksperimen roket air (Tipler, 2019) Tujuan dari langkah ini adalah agar guru dapat

memahami konteks fisika di balik eksperimen roket yang akan dibuat.

3. **Demonstrasi Pembuatan Roket Air:** Instruktur akan memandu peserta dalam sesi demonstrasi pembuatan roket air dari barang bekas seperti botol plastik, pipa PVC, dan tutup botol yang digunakan sebagai komponen utama roket. Pada tahap ini, peserta akan belajar bagaimana merancang bagian-bagian roket, termasuk *nozzle*, sirip, dan bodi roket, serta bagaimana mengintegrasikan sistem Arduino ke dalam roket untuk pengukuran data fisika (Barjah dkk, 2012).



Gambar 5. Penjelasan perancangan roket air beserta komponen utama roket

4. **Pengenalan Arduino dan Sensor:** Pada sesi ini, peserta akan mendapatkan pengenalan tentang Arduino dan komponen-komponennya, seperti mikrokontroler, pengaturan sudut, sensor jarak, sensor tekanan, sensor ketinggian, dan aktuator. Instruktur akan menjelaskan cara kerja Arduino dan bagaimana memanfaatkannya dalam proyek fisika. Peserta juga diperkenalkan dengan *software* Arduino serta prinsip dasar pemrograman Arduino (Widiyatmoko, 2012).
5. **Praktik Rancang Bangun Roket Air:** Setelah demonstrasi, peserta akan diberikan kesempatan untuk melakukan praktik langsung. Mereka akan bekerja secara berkelompok untuk merancang, membangun, dan menguji roket air mereka sendiri dengan memanfaatkan barang bekas. Instruktur akan memberikan bimbingan dalam hal teknik perakitan dan pemasangan sensor berbasis Arduino, termasuk cara memasang komponen elektronik dan pemrogramannya (Rahayu et al., 2018)



Gambar 6. Memberikan bimbingan dalam perakitan dan pemasangan

6. **Pemrograman dan Kalibrasi Arduino:** Pada langkah ini, peserta akan mempelajari cara memprogram Arduino untuk mengontrol dan mengumpulkan data dari roket air, seperti pengukuran tekanan udara dan ketinggian roket. Instruktur akan memandu proses kalibrasi sensor agar dapat memberikan data yang akurat selama eksperimen. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa roket air dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.
7. **Pengujian Roket Air:** Setelah roket dirakit dan diprogram, peserta akan melakukan pengujian lapangan. Peserta akan meluncurkan roket air mereka dan mengumpulkan data dari sensor yang terhubung ke Arduino. Pada tahap ini, peserta akan menganalisis data hasil peluncuran, seperti jarak tempuh, waktu terbang, dan ketinggian maksimal yang dicapai roket (Nelson et al., 2012)



Gambar 7. Persiapan peluncuran percobaan roket air

8. **Analisis Data dan Refleksi:** Setelah pengujian, peserta akan diberikan waktu untuk menganalisis data yang diperoleh dari eksperimen roket air. Instruktur akan memandu cara menginterpretasi hasil eksperimen dan bagaimana data tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan konsep fisika

yang telah dipelajari sebelumnya. Peserta juga akan melakukan refleksi atas proyek mereka, menganalisis apa yang berjalan dengan baik dan apa yang perlu ditingkatkan (Kian, 2014)

9. Diskusi Implementasi di Kelas: Pada tahap ini, peserta akan berdiskusi tentang cara mengintegrasikan proyek roket air berbasis Arduino ini ke dalam pembelajaran di kelas. Instruktur akan memberikan contoh-contoh implementasi yang sesuai dengan kurikulum fisika SMP dan cara melibatkan peserta didik dalam proyek serupa. Guru akan didorong untuk mengembangkan skenario pembelajaran berbasis proyek dengan memanfaatkan roket air sebagai alat bantu mengajar.

c. Tahap Evaluasi Kegiatan PkM

Pelatihan ditutup dengan sesi evaluasi, di mana peserta diminta untuk memberikan umpan balik mengenai pengalaman pelatihan, serta mengisi kuesioner untuk menilai pemahaman mereka. Selain itu, peserta akan diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan kepada instruktur terkait materi yang belum dipahami atau bagaimana melanjutkan eksperimen ini di sekolah masing-masing.



Gambar 8. Peserta guru yang menerima hadiah karena berhasil memberikan umpan balik

Dengan melalui tahapan-tahapan ini, pelatihan diharapkan dapat memberikan bekal yang kuat kepada guru dalam memahami konsep fisika dengan cara yang lebih interaktif dan aplikatif melalui proyek roket air berbasis Arduino. Secara keseluruhan, kegiatan PkM ini mencerminkan komitmen kami untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui penerapan teknologi inovatif. Hasil yang dicapai oleh para peserta, komunitas MGMP, dan pelaksana adalah bukti nyata bahwa Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas sebagai Media Edukatif Fisika untuk guru sekolah menengah pertama memberikan dampak positif yang signifikan dalam dunia pendidikan. Dengan semangat kolaboratif, kami berharap pengalaman dari pelatihan ini akan terus memperkaya dan menginspirasi para guru dalam

menciptakan pembelajaran yang lebih dinamis, menarik, dan bermakna bagi para peserta didik. Yang Dicapai oleh Peserta, Komunitas MGMP, dan Pelaksana:

1. Untuk peserta: Setelah mengikuti Pelatihan, guru sekolah menengah pertama akan memperoleh keterampilan teknis dalam merakit roket air berbasis Arduino serta mengintegrasikannya dalam pembelajaran fisika. Mereka juga mampu memanfaatkan barang bekas sebagai alat peraga yang murah dan kreatif, serta menguasai penggunaan sensor dan pemrograman dasar untuk eksperimen di kelas. Selain itu, guru akan lebih percaya diri dalam menerapkan metode pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) yang interaktif dan inovatif.
2. Untuk Komunitas: Komunitas pendidikan, terutama di sekolah-sekolah menengah pertama, akan merasakan manfaat dari peningkatan kualitas pembelajaran fisika. Peserta didik akan lebih tertarik dan termotivasi dalam belajar karena diberikan kesempatan untuk terlibat langsung dalam eksperimen fisika yang menyenangkan dan aplikatif. Selain itu, penggunaan barang bekas dalam proyek ini juga menanamkan kesadaran lingkungan dan tanggung jawab sosial di kalangan peserta didik dan masyarakat sekolah.
3. Untuk Pelaksana: Bagi pelaksana pelatihan, keberhasilan program ini akan meningkatkan reputasi sebagai penyedia program edukatif yang inovatif dan relevan. Pelaksana dapat terus mengembangkan modul pelatihan berbasis teknologi dan daur ulang, serta berkontribusi dalam menciptakan guru-guru yang lebih berdaya dalam mengajarkan sains dengan metode yang menarik dan sesuai dengan perkembangan zaman. Pelaksana juga dapat membangun jejaring dengan komunitas sekolah untuk mendukung lebih banyak inisiatif pendidikan berkelanjutan di masa depan

Berdasarkan dari pelaksanaan kegiatan secara keseluruhan, tim mengevaluasi beberapa faktor pendukung dan faktor penghambat. Adapun beberapa catatan dari hasil kegiatan PkM ini adalah ketersediaan barang bekas yang mudah didapat sebagai bahan utama pembuatan roket air menjadikan kegiatan ini hemat biaya dan ramah lingkungan, antusiasme bapak dan ibu guru dalam mencari cara baru untuk mengajarkan konsep fisika praktis dan interaktif kepada peserta didik, maka hal ini meningkatkan efektivitas pelatihan, teknologi Arduino yang relatif sederhana dan banyak digunakan dalam pendidikan memberikan dukungan kuat bagi keberhasilan pelatihan ini. Materi pelatihan juga disesuaikan dengan kemampuan peserta, sehingga lebih mudah

dipahami dan diterapkan di kelas, pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PBL) yang mendorong kolaborasi dan keterlibatan aktif dari para peserta juga memperkuat keberhasilan program ini.



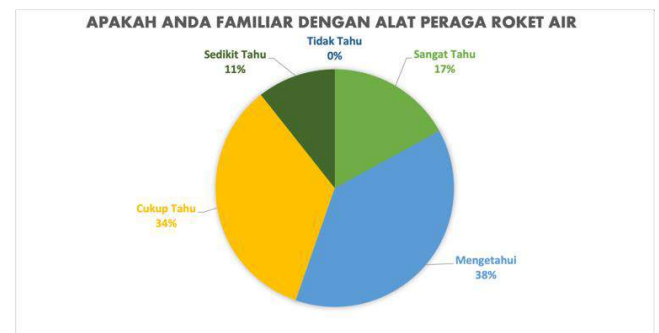
Gambar 9. Antusiasme Guru Saat Menyimak Pelatihan

Selanjutnya terdapat pula beberapa faktor penghambat dari kegiatan PkM ini, yaitu Keterbatasan pemahaman awal guru terkait Arduino dan pemrograman dapat menjadi tantangan di awal pelatihan, terutama bagi yang belum familiar dengan teknologi ini. Fasilitas atau alat yang kurang memadai, seperti komputer atau perangkat Arduino, di beberapa sekolah bisa menjadi penghambat pelaksanaan di tempat kerja mereka. Dan yang terakhir adalah kondisi cuaca yang tidak mendukung selama uji coba roket air di luar ruangan dapat mempengaruhi keberhasilan eksperimen dan menunda beberapa sesi pelatihan.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis evaluasi ini diperoleh berdasarkan hasil rekap kuisisioner yang telah diisi oleh peserta. Kuisisioner disebarkan melalui *google form* pada peserta setelah mengikuti pelatihan. Bagian kuisisioner terdiri dari evaluasi materi yang telah disampaikan dan *feedback* pelaksanaan kegiatan pelatihan. Berdasarkan hasil kuisisioner yang melibatkan 47 responden terkait **familiaritas dengan alat peraga roket air** menunjukkan distribusi pengetahuan yang beragam.

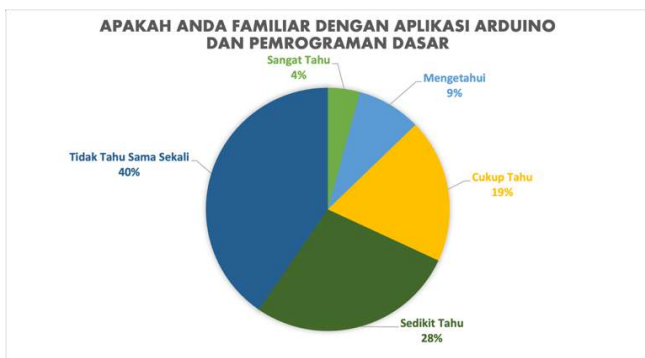
Sebanyak 17% menyatakan sangat tahu, yang menunjukkan bahwa mereka memiliki pemahaman mendalam dan mungkin pernah menggunakan atau mengamati alat peraga roket air secara langsung dalam konteks pendidikan. Kemudian, 38% menyatakan mengetahui, yang mengindikasikan bahwa kelompok ini cukup familiar dengan konsep roket air dan fungsinya sebagai alat peraga, namun kemungkinan besar mereka belum sepenuhnya menguasai atau mempraktikkannya secara mendalam. Sebanyak 34% menyatakan cukup tahu, menandakan pemahaman dasar yang dimiliki, tetapi mereka belum terlalu akrab dengan penggunaannya secara praktis. Pengetahuan mereka kemungkinan terbatas pada teori atau pengenalan umum. Terakhir, 11% menyatakan sedikit tahu, yang artinya mereka memiliki informasi yang sangat terbatas dan mungkin hanya mendengar atau melihat sekilas tentang alat peraga roket air tanpa pemahaman yang signifikan. Dari kuisisioner ini dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, mayoritas responden sudah memiliki pengetahuan tentang alat peraga roket air, namun hanya sebagian kecil yang benar-benar memahami dan menguasai penggunaannya secara praktis. Hal ini menunjukkan bahwa ada potensi untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan lebih lanjut melalui pelatihan, terutama di kalangan responden yang memiliki pemahaman terbatas. Seperti ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Prosentase Familiaritas dengan Alat peraga Roket Air

Hasil kuisisioner yang melibatkan 47 responden terkait dari pertanyaan kedua terkait **familiaritas dengan aplikasi Arduino dan pemrograman dasar** menunjukkan bahwa sebagian besar responden masih memiliki pemahaman yang terbatas atau bahkan belum familiar sama sekali. Hanya 4% yang menyatakan sangat tahu, menunjukkan bahwa mereka memiliki pengetahuan mendalam dan mungkin sudah pernah menggunakan Arduino dalam proyek atau pembelajaran. Sebanyak 9% menyatakan mengetahui, yang berarti mereka cukup familiar dengan konsep dan penggunaan dasar aplikasi Arduino, tetapi mungkin belum menguasai sepenuhnya atau menggunakannya secara teratur. Kemudian, 19% menyatakan cukup

tahu, yang mengindikasikan bahwa mereka memiliki pemahaman dasar tentang Arduino dan pemrograman, tetapi belum terlalu menguasai aspek-aspek teknis atau praktis. Sebagian besar responden, yakni 28%, menyatakan sedikit tahu, menandakan bahwa mereka hanya memiliki pengetahuan sangat terbatas dan mungkin hanya mengenal Arduino secara umum tanpa benar-benar memahami cara kerjanya. Sedangkan kelompok terbesar, 40%, menyatakan tidak tahu sama sekali, menunjukkan bahwa hampir setengah dari responden belum pernah berinteraksi atau mengetahui apa itu aplikasi Arduino dan pemrograman dasar. Berdasarkan hasil survei ini, jelas terlihat bahwa sebagian besar responden memiliki pemahaman yang sangat minim atau bahkan tidak mengenal Arduino dan pemrograman dasar. Hal ini menandakan adanya kebutuhan yang besar untuk pelatihan dan pengenalan lebih lanjut mengenai teknologi ini, terutama bagi mereka yang belum pernah terpapar sebelumnya, agar dapat meningkatkan keterampilan dan pemanfaatan teknologi di bidang pendidikan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Prosentase Familiaritas dengan Aplikasi Arduino dan Pemrograman Dasar

Berdasarkan kuisioner yang melibatkan 47 responden terkait dari pertanyaan ketiga tentang **penggunaan media edukatif berbasis Arduino dalam pembelajaran fisika**, hasil menunjukkan bahwa sebagian besar responden belum memiliki pengalaman menggunakan Arduino dalam pengajaran. Hanya 2% yang menyatakan sangat mahir, menunjukkan bahwa mereka memiliki keterampilan tingkat tinggi dan sering menggunakan Arduino secara efektif dalam pembelajaran fisika. Sebanyak 7% menyatakan mahir, yang menunjukkan bahwa mereka cukup berpengalaman dalam menggunakan Arduino sebagai media edukatif, meskipun mungkin belum secara intensif atau rutin. Kemudian, 15% menyatakan cukup mahir, yang menandakan bahwa mereka memiliki pengetahuan dan keterampilan dasar, tetapi belum sering atau sepenuhnya menguasai penggunaan Arduino dalam konteks pengajaran fisika. Selanjutnya, 15% lainnya menyatakan sedikit mahir, artinya mereka mungkin pernah menggunakan Arduino dalam jumlah

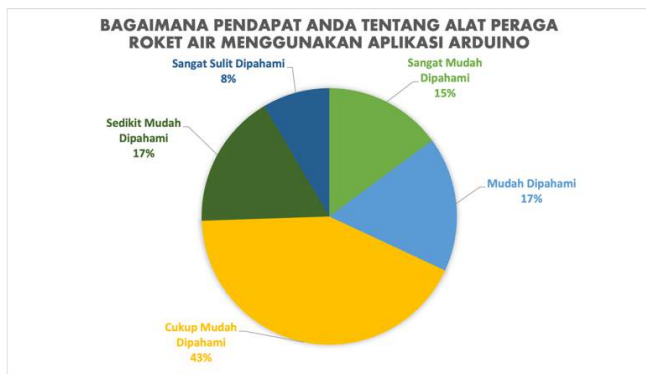
terbatas, tetapi tidak memiliki keahlian signifikan dalam memanfaatkannya sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif. Kelompok terbesar, yakni 61%, menyatakan tidak pernah sama sekali menggunakan media edukatif berbasis Arduino dalam pembelajaran fisika. Ini mengindikasikan bahwa mayoritas guru atau tenaga pendidik belum memiliki pengalaman atau pengetahuan tentang penggunaan Arduino dalam pengajaran. Ditunjukkan pada gambar 12 dari kuisioner ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun ada sebagian kecil responden yang sudah cukup atau sangat mahir menggunakan Arduino, mayoritas besar masih belum pernah menggunakan teknologi ini. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk pelatihan dan dukungan lebih lanjut dalam pemanfaatan Arduino sebagai alat peraga edukatif dalam pembelajaran fisika, sehingga dapat memperluas adopsi teknologi ini di kalangan pendidik.



Gambar 12. Prosentase Penggunaan Media Edukatif Berbasis Arduino dalam Pembelajaran Fisika

Hasil kuisioner pada pertanyaan keempat mengenai **pendapat responden terhadap alat peraga roket air menggunakan aplikasi Arduino** menunjukkan bahwa sebagian besar responden merasa bahwa alat ini cukup mudah dipahami, meskipun masih ada variasi dalam tingkat pemahaman. Sebanyak 15% responden menyatakan sangat mudah dipahami, yang menunjukkan bahwa mereka merasa nyaman dan tidak kesulitan dalam memahami cara kerja dan penggunaannya. Kemudian 17% responden menyatakan mudah dipahami, menandakan bahwa kelompok ini juga merasa alat peraga ini dapat diikuti dan diaplikasikan dengan baik. Kelompok terbesar, yakni 43%, menyatakan cukup mudah dipahami, menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa alat peraga ini dapat dipahami dengan baik, meskipun mungkin memerlukan sedikit penjelasan atau pendampingan lebih lanjut untuk menguasai sepenuhnya. Sebanyak 17% menyatakan sedikit mudah dipahami, yang mengindikasikan bahwa mereka mengalami beberapa kesulitan dalam memahami konsep atau penerapan alat peraga ini, tetapi masih dapat mengikuti dengan usaha lebih. Sementara itu,

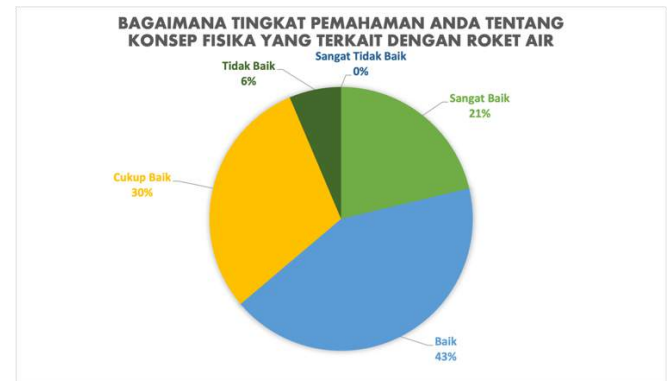
8% responden menyatakan sangat sulit dipahami, menunjukkan bahwa sebagian kecil responden merasa kesulitan untuk memahami penggunaan alat peraga roket air berbasis Arduino, kemungkinan karena kurangnya pengalaman dalam teknologi atau pemrograman. Berdasarkan Gambar 13 secara keseluruhan, mayoritas responden menyatakan bahwa alat peraga ini cukup mudah hingga sangat mudah dipahami (75% dari total responden). Namun, ada sejumlah responden yang merasa sedikit kesulitan, menunjukkan bahwa pelatihan lebih mendalam atau dukungan tambahan mungkin dibutuhkan, terutama bagi mereka yang belum terbiasa dengan penggunaan teknologi berbasis Arduino.



Gambar 13. Prosentase Pendapat Responden terhadap Alat Peraga Roket Air Menggunakan Aplikasi Arduino

Hasil kuisioner pada pertanyaan kelima terkait **tingkat pemahaman konsep fisika yang berhubungan dengan roket air** menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki pemahaman yang baik, dengan variasi tingkat pemahaman yang berbeda. Sebanyak 21% responden menyatakan sangat baik, menunjukkan bahwa mereka memiliki pemahaman yang mendalam dan kuat mengenai konsep fisika yang digunakan dalam roket air, seperti prinsip tekanan, gaya dorong, dan hukum Newton. Lalu 43% menyatakan baik, menandakan bahwa kelompok ini memiliki pemahaman yang solid, meskipun mungkin masih ada beberapa konsep yang perlu diperdalam lebih lanjut. Sebanyak 30% responden menyatakan cukup baik, yang mengindikasikan bahwa mereka memahami konsep dasar fisika yang terkait dengan roket air, tetapi belum sepenuhnya menguasai atau menerapkannya secara mendalam dalam konteks praktis. Dan yang terakhir sebanyak 6% menyatakan tidak baik, menunjukkan bahwa mereka memiliki kesulitan dalam memahami konsep fisika yang diterapkan dalam roket air, mungkin karena keterbatasan dalam pemahaman konsep dasar atau pengalaman praktis. Secara keseluruhan, 64% dari responden menyatakan pemahaman mereka berada pada tingkat baik hingga sangat baik, yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah

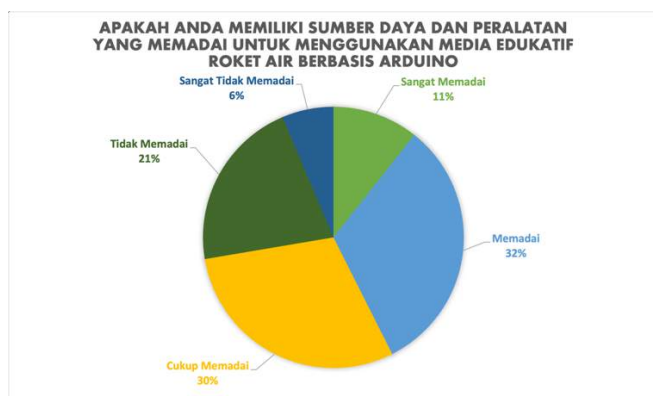
memiliki dasar pengetahuan yang kuat tentang konsep fisika yang relevan dengan roket air. Namun, masih ada 36% responden yang berada di tingkat pemahaman cukup baik hingga tidak baik, menandakan perlunya penguatan konsep fisika secara lebih mendalam untuk kelompok ini agar mereka lebih mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam pembelajaran praktis. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14. Prosentase Tingkat Pemahaman Konsep Fisika yang Berhubungan dengan Roket Air

Dapat dijelaskan dari hasil kuisioner pada pertanyaan keenam mengenai **ketersediaan sumber daya dan peralatan yang memadai untuk menggunakan media edukatif roket air berbasis Arduino** menunjukkan variasi dalam persepsi responden terkait kesiapan fasilitas dan sumber daya yang mereka miliki. Sebanyak 11% responden menyatakan sangat memadai, menunjukkan bahwa mereka memiliki akses yang sangat baik terhadap peralatan dan sumber daya yang diperlukan, seperti perangkat Arduino, bahan-bahan untuk roket air, serta dukungan teknologi yang memadai. Di sisi lain 32% responden menyatakan memadai, yang berarti bahwa kelompok ini merasa cukup siap dengan sumber daya yang ada, meskipun mungkin ada beberapa keterbatasan yang bisa diatasi untuk mendukung pembelajaran berbasis teknologi ini. Selanjutnya 30% responden menyatakan cukup memadai, mengindikasikan bahwa mereka memiliki beberapa sumber daya, namun mungkin tidak sepenuhnya lengkap atau optimal untuk mengimplementasikan media edukatif berbasis Arduino secara efektif. Mereka mungkin memerlukan dukungan tambahan, baik dalam bentuk perangkat maupun pelatihan. Sebanyak 21% menyatakan tidak memadai, menunjukkan bahwa kelompok ini menghadapi keterbatasan signifikan dalam hal sumber daya dan peralatan. Hal ini bisa mencakup kurangnya perangkat keras, software, atau infrastruktur teknologi yang memadai di lingkungan pembelajaran mereka. Sementara itu, 6% menyatakan sangat tidak memadai,

yang berarti mereka hampir tidak memiliki sumber daya atau peralatan yang diperlukan untuk menggunakan media edukatif roket air berbasis Arduino. Kemungkinan besar mereka memerlukan bantuan atau pendanaan tambahan untuk bisa mengakses teknologi ini. Secara keseluruhan pada gambar 15, dapat disimpulkan 73% responden merasa memiliki sumber daya yang cukup hingga sangat memadai, namun 27% menyatakan bahwa sumber daya mereka tidak memadai atau sangat tidak memadai. Ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas responden merasa siap, ada sekelompok signifikan yang membutuhkan dukungan lebih lanjut dalam bentuk penyediaan peralatan, infrastruktur, atau pelatihan untuk mendukung penggunaan teknologi Arduino dalam pembelajaran fisika.



Gambar 15. Prosentase Ketersediaan Sumber Daya dan Peralatan yang Memadai Untuk Menggunakan Media Edukatif Roket Air Berbasis Arduino

Hasil kuisioner pada pertanyaan ketujuh terkait motivasi merancang alat peraga roket air untuk kegiatan praktikum menggunakan aplikasi pemrograman dasar Arduino menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa termotivasi untuk mencoba dan menerapkan teknologi ini dalam kegiatan praktikum. Sebanyak 28% responden menyatakan sangat setuju, menunjukkan motivasi yang sangat tinggi untuk merancang dan menggunakan alat peraga roket air dengan bantuan aplikasi pemrograman dasar Arduino. Mereka kemungkinan tertarik untuk mengintegrasikan teknologi ini dalam pembelajaran fisika. Sementara itu 47% responden menyatakan setuju, yang menunjukkan bahwa mereka merasa cukup termotivasi untuk mencoba merancang alat peraga roket air, meskipun mungkin masih memerlukan dukungan tambahan, seperti pelatihan lebih lanjut atau sumber daya yang memadai. Sejumlah 19% responden menyatakan cukup setuju, menandakan bahwa mereka tertarik tetapi mungkin belum sepenuhnya yakin atau siap untuk menerapkan konsep tersebut dalam pembelajaran praktikum. Faktor seperti pengalaman terbatas atau tantangan teknis bisa menjadi penghambat motivasi mereka. Sementara itu,

6% menyatakan tidak setuju, yang mengindikasikan bahwa mereka tidak merasa termotivasi untuk merancang alat peraga berbasis Arduino, mungkin karena ketidakpahaman terhadap teknologi atau kurangnya kepercayaan diri dalam kemampuan teknis mereka. Dapat disimpulkan secara keseluruhan, 75% responden menyatakan setuju atau sangat setuju, yang berarti sebagian besar responden termotivasi untuk merancang alat peraga roket air menggunakan aplikasi Arduino. Namun, 25% responden masih berada di tingkat motivasi yang lebih rendah, menunjukkan bahwa perlu ada dorongan lebih lanjut, seperti pelatihan yang lebih mendalam atau penjelasan tentang manfaat praktis dari penggunaan teknologi ini dalam pembelajaran. Dapat dilihat pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Prosentase Motivasi Merancang Alat Peraga Roket Air Untuk Kegiatan Praktikum Menggunakan Aplikasi Pemrograman Dasar Arduino

Hasil kuisioner pertanyaan kedelapan mengenai dampak positif pelatihan rancang bangun alat peraga roket air berbasis Arduino terhadap pembelajaran fisika di Indonesia menunjukkan respons yang sangat positif dari mayoritas responden. Sebanyak 49% responden menyatakan sangat setuju, menandakan bahwa hampir setengah dari responden sangat percaya bahwa pelatihan ini akan memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran fisika. Mereka kemungkinan melihat potensi besar dari penggunaan teknologi berbasis Arduino untuk mempermudah pemahaman konsep-konsep fisika secara praktis. Selanjutnya 38% menyatakan setuju, menunjukkan bahwa kelompok ini juga mendukung pelatihan tersebut dan meyakini manfaatnya, meskipun mungkin belum sepenuhnya yakin akan dampaknya pada skala besar. Mereka percaya bahwa penggunaan alat peraga ini dapat membuat pembelajaran fisika lebih interaktif dan menarik. Dan 13% menyatakan cukup setuju, yang berarti mereka mengakui potensi positif dari pelatihan ini, namun mungkin merasa dampaknya belum akan langsung terlihat atau memerlukan waktu serta sumber daya lebih lanjut untuk benar-benar memberikan

perubahan signifikan dalam pembelajaran fisika di Indonesia. Tidak ada responden yang menyatakan ketidaksetujuan, sehingga dapat disimpulkan bahwa persepsi umum tentang pelatihan ini sangat positif. Dapat dilihat pada gambar 17 secara keseluruhan, 87% responden menunjukkan dukungan kuat terhadap pelatihan ini dan percaya akan dampaknya, sementara 13% cukup mendukung. Hal ini mengindikasikan bahwa inisiatif pelatihan rancang bangun alat peraga roket air berbasis Arduino dipandang sebagai langkah progresif yang dapat memperkaya metode pengajaran fisika di Indonesia, terutama dalam aspek praktik dan pemahaman konsep-konsep fisika yang lebih aplikatif dan menarik bagi peserta didik.



Gambar 17. Prosentase Dampak Positif Pelatihan Rancang Bangun Alat Peraga Roket Air Berbasis Arduino terhadap Pembelajaran Fisika di Indonesia

Pada hasil kuisioner pertanyaan kesembilan mengenai kemampuan mengkaitkan konsep fisika dan mengambil data praktikum yang akurat dengan menggunakan alat peraga roket air berbasis Arduino menunjukkan bahwa sebagian besar responden merasa yakin mampu melakukan hal tersebut. Terlihat sebanyak 30% menyatakan sangat setuju, menunjukkan keyakinan kuat bahwa mereka dapat memahami konsep fisika dan secara akurat mengambil data praktikum menggunakan alat peraga roket air berbasis Arduino. Responden ini mungkin memiliki pemahaman yang baik tentang teknologi Arduino serta konsep fisika yang terlibat. Selanjutnya 36% responden menyatakan setuju, yang menunjukkan bahwa mereka percaya alat peraga ini akan membantu mereka dalam mengaitkan teori fisika dengan praktik dan mengambil data yang valid, meskipun mungkin masih ada beberapa aspek yang perlu diperkuat atau dipahami lebih dalam. Lalu 23% responden menyatakan cukup setuju, menandakan bahwa mereka merasa bisa menghubungkan konsep fisika dengan penggunaan alat peraga, namun mungkin masih menghadapi tantangan dalam hal pengambilan data yang akurat atau pemahaman sepenuhnya tentang teknologi Arduino. Dan sebanyak 11% menyatakan

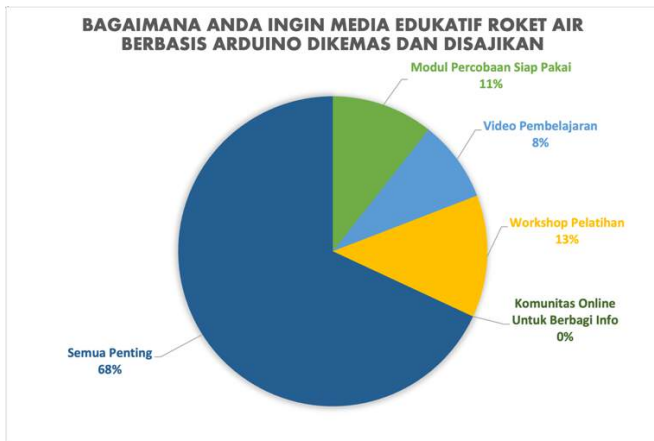
tidak setuju, menunjukkan bahwa sebagian kecil responden merasa kurang yakin atau tidak percaya diri bahwa mereka bisa memanfaatkan alat peraga roket air berbasis Arduino untuk mengaitkan konsep fisika atau mengambil data praktikum yang akurat. Hal ini bisa disebabkan oleh keterbatasan pemahaman terhadap teknologi atau konsep fisika yang digunakan. Maka secara keseluruhan, 66% responden merasa yakin (sangat setuju dan setuju) bahwa mereka bisa mengaitkan konsep fisika dengan alat peraga berbasis Arduino dan mengambil data praktikum yang akurat, sedangkan 34% lainnya memiliki tingkat keyakinan yang lebih rendah atau tidak yakin. Ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas optimis, masih ada sekelompok yang memerlukan pelatihan atau pendampingan lebih lanjut untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam menggunakan alat peraga ini secara efektif. Hal ini dikuatkan pada gambar 18 berikut.



Gambar 18. Prosentase Kemampuan Mengkaitkan Konsep Fisika dan Mengambil Data Praktikum yang Akurat dengan Menggunakan Alat Peraga Roket Air Berbasis Arduino

Ditunjukkan pada hasil kuisioner pertanyaan kesepuluh terkait preferensi responden dalam pengemasan dan penyajian media edukatif roket air berbasis Arduino menunjukkan bahwa mayoritas responden menginginkan pendekatan yang komprehensif dan beragam. Sangat menarik, sebanyak 70% menyatakan bahwa semua bentuk penyajian penting, menunjukkan bahwa mayoritas responden menginginkan kombinasi modul percobaan siap pakai, video pembelajaran, serta workshop/pelatihan. Ini mengindikasikan bahwa mereka merasa pendekatan yang beragam akan memberikan dukungan terbaik dalam memahami dan mengimplementasikan media edukatif ini. Dengan adanya berbagai format, guru bisa memiliki fleksibilitas lebih dalam belajar, mengajar, dan menerapkan konsep roket air berbasis Arduino. Lalu 13% responden menyatakan kebutuhan akan workshop/pelatihan, menandakan bahwa mereka lebih mengutamakan pembelajaran langsung dan praktis. Ini

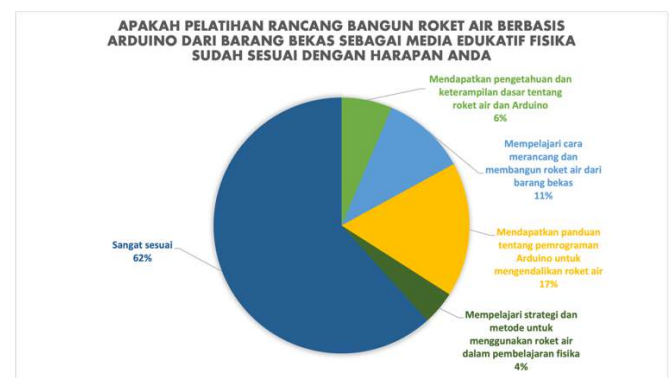
menunjukkan pentingnya pelatihan interaktif, di mana mereka dapat menerima panduan langsung dan mengalami penggunaan alat peraga dalam situasi nyata. Selanjutnya 11% lainnya memilih modul percobaan siap pakai, yang berarti mereka lebih memilih materi yang dapat langsung diterapkan di kelas, seperti lembar kerja atau panduan eksperimen yang jelas dan terstruktur. Sementara itu, 9% menyatakan preferensi pada video pembelajaran, menandakan bahwa mereka cenderung belajar dengan baik melalui media visual, dan video bisa memberikan penjelasan langkah-langkah praktis secara lebih mudah dipahami. Secara keseluruhan dapat disimpulkan, hasil pada gambar 19 ini menunjukkan bahwa pendekatan multimodal yang mencakup modul, video, dan pelatihan langsung adalah cara terbaik untuk menyajikan media edukatif roket air berbasis Arduino. Pendekatan ini akan menjawab kebutuhan beragam guru, memberikan fleksibilitas dan pilihan yang dapat membantu dalam meningkatkan pemahaman serta implementasi di kelas.



Gambar 19. Prosentase Preferensi Responden Dalam Pengemasan dan Penyajian Media Edukatif Roket Air Berbasis Arduino

Pertanyaan kesebelas pada hasil kuisioner mengenai kesesuaian pelatihan rancang bangun roket air berbasis Arduino dari barang bekas sebagai media edukatif fisika dengan harapan peserta menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa pelatihan ini sangat sesuai dengan apa yang mereka harapkan. Ditunjukkan sebanyak 29 responden (64%) menyatakan bahwa semua materi sangat sesuai dengan harapan, menunjukkan bahwa mayoritas peserta merasa pelatihan ini memberikan pengetahuan yang lengkap, mulai dari konsep dasar roket air dan Arduino, keterampilan praktis dalam merancang roket air dari barang bekas, hingga panduan pemrograman Arduino dan strategi penerapan dalam pembelajaran fisika. Ini menandakan bahwa pelatihan telah memenuhi harapan secara keseluruhan, dengan konten yang komprehensif dan relevan bagi peserta. Sejumlah 17% responden menyatakan mendapatkan panduan

tentang pemrograman Arduino untuk mengendalikan roket air, menandakan bahwa bagi sebagian peserta, aspek teknis pemrograman adalah poin utama yang mereka harapkan dan pelatihan berhasil menyampaikan hal tersebut. Selanjutnya 11% menyatakan mempelajari cara merancang dan membangun roket air dari barang bekas, yang menunjukkan bahwa sebagian peserta fokus pada aspek praktis dan kreatif dalam pembuatan roket air dengan memanfaatkan barang bekas, yang sesuai dengan harapan mereka untuk menerapkan konsep daur ulang dalam pembelajaran. Sementara itu, hasil 6% menyatakan memperoleh pengetahuan dan keterampilan dasar tentang roket air dan Arduino, menunjukkan bahwa mereka tertarik pada dasar-dasar pembelajaran ini, dan pelatihan sudah sesuai dengan kebutuhan mereka dalam membangun fondasi pemahaman yang kuat. Dan yang terakhir, hasil 4% menyatakan bahwa mereka mempelajari strategi dan metode untuk menggunakan roket air dalam pembelajaran fisika, yang menandakan bahwa aspek pedagogi dan integrasi alat peraga ini ke dalam kurikulum fisika menjadi fokus penting bagi peserta tersebut. Maka secara keseluruhan, pada gambar 20 mayoritas peserta sebesar 64% merasa bahwa pelatihan ini memenuhi semua harapan mereka, dengan konten yang bervariasi dan mencakup berbagai aspek penting. Sementara kelompok lainnya menemukan kepuasan di bagian tertentu dari pelatihan, seperti pemrograman Arduino, rancangan dari barang bekas, atau strategi pengajaran, yang menunjukkan bahwa pelatihan ini cukup fleksibel untuk memenuhi kebutuhan beragam peserta.



Gambar 20. Prosentase Kesesuaian Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas Sebagai Media Edukatif Fisika

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil kegiatan Pelatihan Rancang Bangun Roket Air Berbasis Arduino dari Barang Bekas sebagai Media Edukatif Fisika yang telah terselenggara dengan Mitra di Lingkungan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA Kota Tangerang menunjukkan, telah berhasil memberikan

pemahaman dan keterampilan yang relevan bagi para peserta. Mayoritas peserta merasa pelatihan ini sangat sesuai dengan harapan mereka, terutama dalam hal penerapan teknologi Arduino untuk pembelajaran fisika. Selain itu, pendekatan praktis menggunakan barang bekas memperkaya aspek kreativitas dan keberlanjutan dalam pendidikan. Peserta juga merasa bahwa pelatihan ini berpotensi memberikan dampak positif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di sekolah, terutama dalam hal pengajaran konsep-konsep fisika yang abstrak melalui eksperimen yang menarik. Namun tak dapat dipungkiri, terdapat tantangan terkait kesiapan sumber daya dan peralatan yang belum memadai di beberapa sekolah.

Berdasarkan hasil analisis kuisioner, adapun saran (Rekomendasi) yang dapat diberikan yaitu pelatihan tambahan dan pendampingan. Hal ini untuk memperkuat pemahaman guru, pelatihan tambahan yang lebih mendalam terkait pemrograman Arduino dan pengambilan data akurat dari eksperimen roket air perlu diselenggarakan, termasuk sesi pendampingan agar guru dapat menerapkan keterampilan ini dengan lebih percaya diri. Mengingat beberapa guru menyatakan sumber daya di sekolah mereka belum memadai, penting untuk menyediakan akses lebih baik terhadap perangkat Arduino dan bahan-bahan praktikum, baik melalui dukungan pemerintah, kemitraan dengan pihak swasta, atau penggalangan dana. Untuk mendukung keberhasilan implementasi alat peraga ini, Tim pelaksana sudah merekomendasikan modul percobaan yang lengkap yang berisi konsep fisika, bahan dan tata cara rancang bangun roket air, lembar kerja untuk pengambilan data dan panduan praktikum yang sistematis dapat digunakan oleh guru secara mandiri Bersama dengan peserta didik. Diperlukan pula evaluasi secara berkala mengenai efektivitas penggunaan alat peraga roket air berbasis Arduino di kelas, guna memastikan bahwa alat ini benar-benar membantu meningkatkan pemahaman konsep fisika di kalangan peserta didik. Kolaborasi dengan universitas atau lembaga penelitian bisa menjadi langkah strategis untuk memperkuat implementasi ini.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami, Tim Pengabdian kepada Masyarakat, mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Trisakti atas dukungan yang luar biasa sehingga kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan dari berbagai pihak di Universitas, baik dari segi fasilitas, arahan, maupun kesempatan yang diberikan, telah menjadi faktor utama keberhasilan kegiatan ini. Semoga sinergi antara universitas dan masyarakat terus terjalin dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada MGMP IPA Kota Tangerang yang telah bersedia menjadi mitra dalam kegiatan PkM ini. Kerjasama yang baik serta partisipasi aktif dari komunitas MGMP IPA Kota Tangerang dan para bapak dan ibu guru telah memberikan kontribusi besar bagi pelaksanaan pelatihan ini. Semoga kolaborasi ini dapat terus berlanjut dan memberikan manfaat nyata dalam peningkatan kualitas pembelajaran sains peserta didik.

6. Daftar Rujukan

- Finney, G.A. (2013). *Analysis of a water-propelled rocket: a problem in honors physics. American Journal of Physics* [H.W.Wilson - AST]. 68(3): p. 223.
- Barrowman, J.S. and J.A. Barrowman. (2015). *The theoretical prediction of the center of pressure, in Research and Development Project*. National Association of Rocketry.
- Box, S., C.M. Bishop, and H. Hunt. (2014) *Stochastic six-degree-of-freedom flight simulator for passively controlled high-power rockets. J. Aerospace Eng.* 24(1): p. 31-45.
- Muslow, M. (2011). *Modelling and Optimization of multi-stage water rockets, Bachelor Thesis*. Mathematisch Naturwissenschaftliche Fakultät. Ernst- Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Irawati, Intan. (2016). *Water Rocket Competition: Application of Project-Based Physics Learning*. Proceedings of the National Seminar on Physics (E-Journal) SNF2016.VOLUME V, Oktober 2016. P 29-34. DOI:doi.org/10.21009/0305010207.
- Bailio, P.A. (2016). *Simple orifices have an edge – Complex entrance profiles boost orifice-flow efficiency but at the expense of repeatability*. Retrieved 12 Mei 2016. <http://machinedesign.com/article/simple-orifices-have-an-edge-0318>.
- Ministry of Education Malaysia. (2016). *Guide to the Implementation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in Teaching and Learning*. Putrajaya, Malaysia: Ministry of Education Malaysia.
- M. Sanjaya. (2010). *Physics experiment module II: rocket and projectile motion analysis*, Bandung: UIN SGD.
- Haryani, Fairusy Fitria, et al. (2016). *Physics concepts in motion of water rocket game*.

- In: Seminar Nasional Pendidikan Sains. p. 245-254.
- H, Rodrigues and N, Panda. (2014). *The Motion of Leaking Oscillator : A Study for the Physics Class*. Rio de Janeiro, RJ, Brazil
- Finney, G.A. (2010). *Analysis of a water propelled rocket: A problem in honors physics*. American Journal of Physics, 68 (3), 233-237.
- Lockette, P.V., Acciani, D., Courtney, J., Diao, C., Riddell, W., Dahm, K., Harvey, R. (2016). *Bottle Rockets and Parametric Design in A Converging- Diverging Design Strategy*. American Society for Engineering Education, 497.
- Kian, J.T. (2016). *Learn Physics with a Water-Propelled Rocket*. Journal National Sapce Agency. Retrieved 12 Mei 2016/430_fullpaper_abstract%20number%20430.pdf.
- Tipler, Paul A. 2019. *Physics for Science and Engineering Volume 1* (translated by Lea Prasetyo and Rahmad W. Adi). Jakarta: Erlangga.
- Dietzel, M. (2010). *Modelling and Simulation of a Model Rocket Driven by Pressured Water as a Function of Start Parameter Variations*.
- Tomita, N., R. Watanabe, and A.V. Nebylov. (2008). Hands-on education system using water rocket. Acta Astronautica. 61(11-12): p. 1116-1120.
- Thorncroft, G.E., J.R. Ridgely, and C.C. Pascual. (2012). *Hydrodynamics and thrust characteristics of a water-propelled rocket*. Int. J. of Mech. Eng. Ed. 37(3): p. 241-261.
- Taherdoost H. (2018). *Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research*. SSRN Electron J.
- Greenwood, M.S., et al. (1989). *Using a smart-pulley Atwood machine to study rocket motion*. Am. J. Phys. 57(10): p. 943- 946.
- Mohd Hafiz NR, Ayop SK. (2020). *The Effect of An Integrated-STEM Water Rocket Module (SEMARAK) on STEM Elements Application Among Form Four Students*. Int STEM J ;1(1):1-16.
- Rahayu, T., Syafril, S., Othman, K. B., Halim, L., & Erlina, N. (2018). *Solutions for Improving Teacher Quality in STEM Learning in Secondary Schools. Teacher Quality, Issues and Challenges in STEM Learning*, 1-15. <https://doi.org/10.31219/osf.io/jqcu6>.
- Barjah, NN, dkk. (2012). *Designing a Water Rocket Experiment Tool from Scrap Materials as a Learning Media for Mechanics*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI, Jawa Tengah dan DIY.
- Nelson, Robert A, Wilson, Mar E. (2012). *Mathematical Analysis of a Model Rocket Trajectory*. Part I : The powered phase. The Physics Teacher, 150-161.
- Widiyatmoko, A. (2012). *Development of physical science learning tools with Physics Edutainment approach assisted by Interactive CDs*. Jurnal PrimeEdu, 1(1), 51-59.
- Kian, J.T. (2014). *Learn Physics with a Water Propelled Rocket*. Journal National Sapce Agency. Retrieved 12 Mei 2016.