

PELATIHAN DAN PENDAMPINGAN GURU IPA: PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS STEM PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Ketang Wiyono¹, Ida Sriyanti², Evelina Astra Patriot³, Iful Amri⁴, Makmum Raharjo⁵, M Rudi Sanjaya⁶, Sri Mindia Vanesa⁷, Masayu Husnul⁸, Mardia Afifa⁹, Rahma Putra Anjani¹⁰, Senandung Senja Citra Maharani¹¹, Tyse Ramadhona¹², M Putra Aririyansyah¹³, Dendi Juliansyah¹⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia

⁵Teknologi Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia

⁶Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia

^{7,8,9}Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia

^{10,11,12,13,14}Mahasiswa Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang - Prabumulih Raya KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia

¹e-mail ketang_wiyono@fkip.unsri.ac.id

Abstrak

Tujuan utama dilakukannya pengabdian masyarakat ini adalah untuk melatih guru dan meningkatkan pemahaman dalam menciptakan proses pembelajaran berbantuan alat peraga yang dikembangkan dengan pendekatan STEM. Metode pelaksanaan menggunakan *Partisipatif Action Research* (PAR). Jumlah peserta pelatihan sebanyak 36 orang yang merupakan anggota MGMP IPA Kabupaten Muaraenim. Berdasarkan data yang diperoleh, hasil pengujian mengalami peningkatan dengan N-gain sebesar 0,79 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil analisis menunjukkan 82% peserta pelatihan setuju bahwa program ini membantu mengembangkan pemahaman dan keterampilan dalam pembuatan media pelatihan berbasis STEM pada materi sumber energi terbarukan. Hasil dari kegiatan ini menjadi dasar tim pengabdian melakukan komunikasi kepada mitra agar produk media pembelajaran berbasis STEM secara konsisten dapat digunakan dalam pembelajaran dan dikembangkan seiring perkembangan ilmu pengetahuan.

Kata Kunci: energi terbarukan, IPA, media pembelajaran, pelatihan dan pendampingan, pendekatan STEM

Abstract

The aim of implementing this community service activity is to increase understanding and train teachers to create innovative learning media in the form of teaching aids through the implementation of the STEM approach. Participatory Action Research (PAR) is the method used in the implementation of this community service activity through stages: 1) socialization, 2) training, 3) technology implementation, 4) evaluation, and 5) program sustainability. The number of training participants amounted to 36 members of the Muaraenim Regency Science MGMP. Based on the results of the data obtained, there is an increase in test results with an N-gain of 0.79, which is included in the high category. The questionnaire results showed that 82% of the training participants strongly agreed that this service activity could provide benefits in increasing their understanding and skills in making STEM-based learning media in the form of

teaching aids on renewable energy material. This training activity implies innovation in making learning media that can be applied in science learning by implementing the Merdeka Curriculum.

Keywords: *renewable energy, natural science, learning media, training and mentoring, STEM approach*

PENDAHULUAN

Penggunaan metode pendidikan mempunyai dua aspek utama yaitu metode pendidikan dan informasi pendidikan (Khoiri et al., 2022). Guru dan siswa menggunakan media pendidikan dengan cara lain yang mempengaruhi pembelajaran di kelas. Partisipasi dan manfaat media pendidikan Media pendidikan dapat meningkatkan proses pembelajaran yang berarti meningkatkan pendidikan siswa. Sumber daya dan aplikasi pendidikan dapat didasarkan pada inovasi dan kreasi materi pendidikan, buku teks, dan bahan ajar.

Hasil wawancara dengan guru MGMP IPA menunjukkan bahwa pemanfaatan lingkungan pendidikan berbasis STEM terbukti bermanfaat dalam proses pembelajaran. Dokumentasi di lapangan menunjukkan bahwa sekolah telah memiliki laboratorium penelitian, namun tidak cukup memadai. Kurangnya jumlah atau jenis alat yang dapat digunakan menjadi permasalahan yang menghambat proses pemanfaatan teknologi pendidikan di sekolah khususnya dalam hal implementasi. Oleh karena itu, tidak semua gagasan ilmiah dapat dipraktikkan karena terbatasnya peralatan dan informasi yang tersedia, terutama mengenai sumber energi terbarukan (Hawari & Noor, 2020; Hlukhaniuk et al., 2020).

Pentingnya media pembelajaran, atau alat peraga, dalam pendidikan fisika tidak dapat dilebih-lebihkan. Alat-alat ini memiliki banyak fungsi yang meningkatkan pengalaman belajar, membuat konsep-konsep yang kompleks menjadi lebih mudah diakses dan menarik bagi siswa. Alat peraga dirancang untuk menciptakan suasana belajar yang kondusif, memfasilitasi pemahaman konsep-konsep abstrak, dan merangsang minat siswa, sehingga mencegah kebosanan selama pembelajaran (Mairizwan et al., 2022; Kumalasan & Kusumaningtyas, 2024).

Selain itu, pengembangan dan penerapan alat bantu pengajaran yang inovatif, seperti yang berbasis teknologi (misalnya, alat berbasis Arduino atau simulasi PhET), telah terbukti meningkatkan keterlibatan siswa dan memfasilitasi pengalaman belajar secara langsung (Kause, 2019; Saudelli et al., 2021). Alat bantu modern ini tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif, tapi juga mendorong kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, yang sangat penting dalam pembelajaran fisika (Yahaya et al., 2019). Penggabungan alat bantu tersebut ke dalam kurikulum sejalan dengan praktik pendidikan kontemporer yang menekankan pembelajaran aktif dan partisipasi siswa (Ahmed, 2018; Rahman et al., 2020).

Pentingnya pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pendidikan fisika telah mendapatkan banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir, terutama karena para pendidik berusaha untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah yang kompleks (Ismet et al., 2023; Khaeruddin & Bancong, 2022). Penerapan media pembelajaran berbasis STEM dinilai efektif untuk diterapkan sebagai pembelajaran tematik integratif karena dilakukan melalui proyek yang terintegrasi dengan berbagai disiplin ilmu dalam kehidupan sehari-hari (Nazhifah et al., 2023; Padang et al., 2020; Juniartina, 2020).

Hal ini sejalan dengan temuan Bakri bahwa mengintegrasikan pembelajaran dengan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam pengajaran fisika menciptakan peluang yang menarik bagi siswa, sehingga dapat mengatasi tantangan yang mereka hadapi dalam memahami ide-ide ilmiah yang rumit (Bakri et al., 2023; Wiyono et al., 2022). Kegiatan pelatihan ini diharapkan mitra mengalami peningkatan kompetensi profesional, pedagogik, sosial, dan kepribadian. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk melatih guru dan meningkatkan pemahaman dalam menciptakan proses pembelajaran berbantuan alat peraga yang dikembangkan dengan pendekatan STEM.

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah *Participatory Action Research* (PAR). Metode ini merupakan pendekatan pembelajaran untuk mengatasi masalah, memenuhi kebutuhan praktis di masyarakat, menghasilkan ilmu pengetahuan, dan mendorong perubahan sosial di masyarakat (Sari et al., 2023). Langkah-langkah untuk mencapai tujuan tersebut antara lain presentasi, *workshop*/pelatihan, demonstrasi, dan diskusi. Tahapan kegiatan yang akan dilakukan oleh tim program studi dan masyarakat mitra (guru-guru SMP mata pelajaran IPA di Gelumbang, Kabupaten Muara Enim) melalui 1) sosialisasi, 2) pelatihan, 3) penerapan teknologi, 4) evaluasi, dan 5) keberlanjutan program.

Kegiatan pelatihan pembuatan media pembelajaran berbasis STEM pada materi energi terbarukan ini diikuti oleh 36 peserta yang terbagi dalam beberapa kelompok pelatihan. Pelaksanaan dilakukan di Laboratorium IPA SMP Negeri 1 Gelumbang. Hasil respon guru akan dianalisis dengan menggunakan skala likert 1 sampai 5 dan kemudian dapat dikategorikan melalui ketentuan Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Kriteria berdasarkan skala Likert

Skala	Keterangan
3,51 – 4,00	Sangat setuju
3,01 – 3,50	Setuju
2,51 – 3,00	Tidak setuju
1,00 – 2,50	Sangat tidak setuju

Pada tahap ini, tim pengabdian juga melakukan pengolahan data hasil pengolahan tes awal dan tes akhir peserta pelatihan; analisis menggunakan uji N-gain. Uji N-gain digunakan untuk mengetahui besarnya peningkatan pemahaman peserta pelatihan sebelum dan sesudah diberikan materi tentang media pembelajaran berbasis STEM dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hake, 1998; Guntara, 2021):

$$N - Gain = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{\bar{x}_{max} - \bar{x}_{pre}} \quad (1)$$

Hasil pengolahan data tes awal dan tes akhir melalui N-Gain dapat dikategorikan melalui Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Kriteria N-Gain

Skala N-Gain	Kriteria
$N\text{-gain} \leq 0,3$	Low
$0,3 < N\text{-gain} < 0,7$	Medium
$N\text{-gain} \geq 0,7$	High

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, program ini dengan sengaja dirancang oleh tim pengabdian berdasarkan hasil observasi kebutuhan di lapangan. Sasaran utama dalam kegiatan ini adalah peningkatan kemampuan guru dalam membuat media pembelajaran berbasis STEM pada materi energi terbarukan. Kegiatan ini berlangsung pada tanggal 11 September-09 Oktober 2024. Berikut merupakan rangkaian kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan.

Sosialisasi

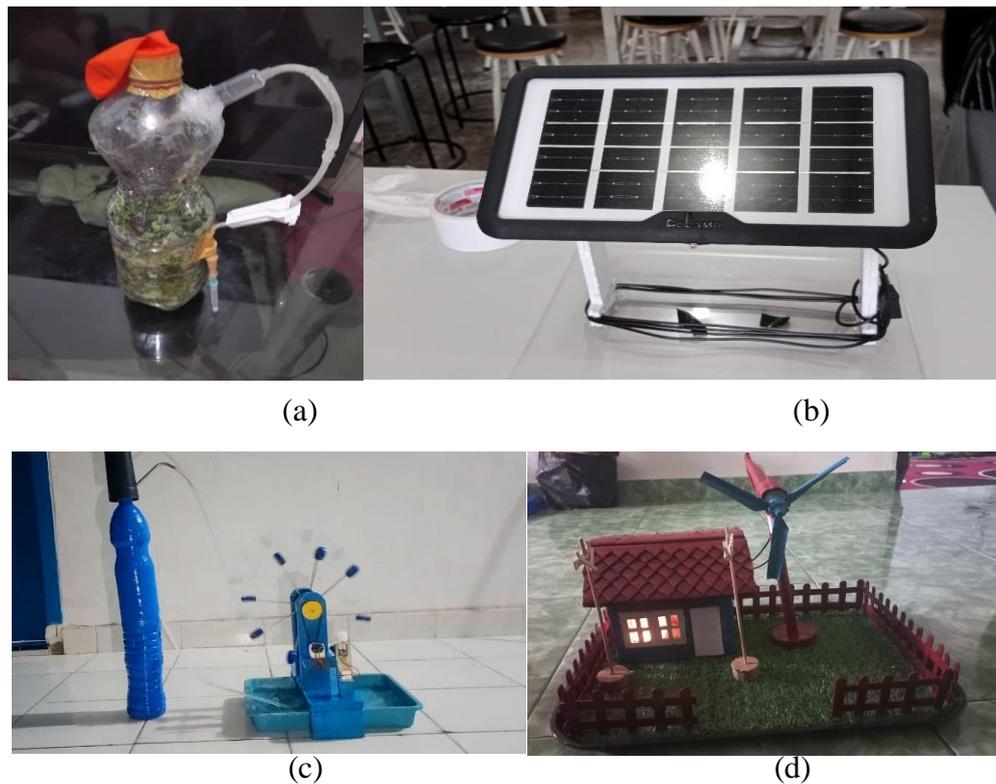
Tim pengabdian melakukan kunjungan lapangan secara langsung dan melakukan wawancara ke guru-guru IPA SMP di Kabupaten Muaraenim dan studi pustaka tim pengabdian melalui hasil penelitian terdahulu terkait dengan pembuatan media pembelajaran IPA berbasis STEM. Kegiatan sosialisasi dihadirkan melalui kegiatan BIMTEK yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kegiatan BIMTEK Peningkatan Guru Mata Pelajaran IPA Kabupaten Muara Enim

Survei awal telah dilaksanakan pada bulan Maret 2024, mengenai ketertarikan dan kendala yang dialami oleh MGMP IPA di kabupaten Muara Enim, survei tersebut menunjukkan tingkat antusias serta kesadaran mitra mengenai pentingnya mengintegrasikan STEM dalam suatu media pembelajaran IPA khususnya pada materi energi terbarukan. Setidaknya 64,3% dari 153 anggota mitra yang mengisi survei belum mengenal media pembelajaran berbasis STEM, ini berimbas pada banyak dari anggota mitra belum menggunakan media pembelajaran yang berbasis STEM ataupun menggunakan alat peraga.

Pada kegiatan ini tim melakukan perancangan media pembelajaran berupa alat peraga pada materi energi terbarukan yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM. Media pembelajaran dibuat dan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, sesuai konteks materi pada Kurikulum Merdeka. Media pembelajaran yang dirancang adalah media alat peraga pada materi energi surya, energi air, energi angin serta biomassa. Hasil perancangan media pembelajaran yang disusun oleh tim pengabdian divisualkan melalui Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Media pembelajaran berbasis STEM pada energi terbarukan (a) energi air, (b) energi angin (c) biomassa, (d) energi surya

Media pembelajaran energi angin berbasis STEM yang dikembangkan dalam bentuk alat peraga yang terdiri dari komponen-komponen seperti kipas angin, papan panel sirkuit, baling-baling (turbin) yang dihubungkan pada dinamo DC 12V dan dihubungkan dengan kabel sebagai konektor serta lampu LED sebagai indikator bahwa terdapat arus yang mengalir. LED dihubungkan pada miniatur rumah untuk mengindikasikan pemanfaatan konversi energi angin dalam skala besar dapat digunakan pada listrik rumah tangga (Wakidah et al., 2022).

Media Pembelajaran Energi Surya berbasis STEM yang dikembangkan dalam bentuk alat peraga yang terdiri dari komponen-komponen seperti panel surya, baterai sebagai penyimpan energi, dinamo dan tandon penampung air yang dapat digunakan untuk irigasi tanaman (Delima et al., 2023; Ewar et al., 2023). Sedangkan media pembelajaran energi air berbasis STEM yang dikembangkan dalam bentuk alat peraga terdiri dari pompa air, pipa, turbin, dinamo, panel sirkuit, kabel konektor, lampu indikator DC, dan baling-baling yang disambungkan pada generator (Ramady Devira & Fadriani, 2023). Media pembelajaran biomassa yang dikembangkan dalam bentuk seperangkat alat peraga terdiri dari sisa limbah rumah tangga seperti sisa-sisa makanan yang dicampur dengan bubuk lemon agar dapat menghasilkan gas metana, selang, botol plastik sebagai tempat fluida (Capareda, 2023).

Kegiatan lainnya adalah merancang perangkat media pembelajaran berbasis STEM yaitu modul dan LKPD yang dapat dimanfaatkan guru-guru IPA di Kabupaten Muaraenim. Desain LKPD dan modul berbasis STEM materi energi terbarukan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 (a) LKPD berbasis STEM, (b) Modul pembuatan media pembelajaran

Lembar kerja peserta didik (LKPD) yang telah dibuat oleh tim pengabdian akan membantu guru-guru peserta pelatihan dalam membuat LKPD tersebut sesuai dengan proses pembelajaran yang mereka lakukan selama di kelas. LKPD merupakan salah satu alternatif untuk membantu siswa untuk menambah informasi tentang konsep IPA yang dipelajari (Hasanah et al., 2021; Octaviana et al., 2022; Juniartina, 2020; Arisanti et al., 2022). Selain membuat LKPD, tim pengabdian merancang modul manual pembuatan dan penggunaan media pembelajaran berupa alat peraga.

Pelatihan

Kegiatan pemberian tes awal kepada peserta pelatihan dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dan pengetahuan awal peserta pelatihan mengenai media pembelajaran, pendekatan STEM, dan energi terbarukan. Soal yang diberikan sebanyak 15 soal pilihan ganda. Peserta pelatihan diberikan tes melalui *google form* dan dikerjakan secara langsung melalui perangkat gadget masing-masing. Tahap kegiatan penyampaian materi dilakukan oleh narasumber selama 60 menit. Adapun materi yang disampaikan adalah 1) macam-macam media pembelajaran, 2) pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*), 3) praktik pembuatan media pembelajaran berupa alat peraga pada materi energi terbarukan.

Penerapan Teknologi

Dalam langkah penerapan teknologi, guru-guru IPA melakukan praktik penggunaan media pembelajaran yang telah dibuat dengan menggunakan pendekatan STEM. Disamping itu, guru mengajak siswa untuk melakukan pengamatan langsung terhadap penggunaan media pembelajaran dalam hal ini alat peraga yang dibuat dalam berbagai rancangan dengan mengintegrasikan teknologi seperti sensor, program komputer dll, yang dapat dikembangkan oleh guru-guru IPA bersama peserta didik. Kegiatan ini ditunjukkan melalui Gambar 4.



Gambar 4 Penerapan Teknologi dalam Kegiatan Praktikum Pendampingan Peserta

Melakukan pendampingan dan evaluasi terhadap peserta pelatihan dalam membuat media pembelajaran berbasis STEM melalui alat dan bahan yang telah disediakan. Kegiatan pendampingan diharapkan mampu menumbuhkan kreativitas, inovatif dan rasa ingin tahu yang tinggi. Kegiatan pendampingan ditunjukkan melalui Gambar 5.



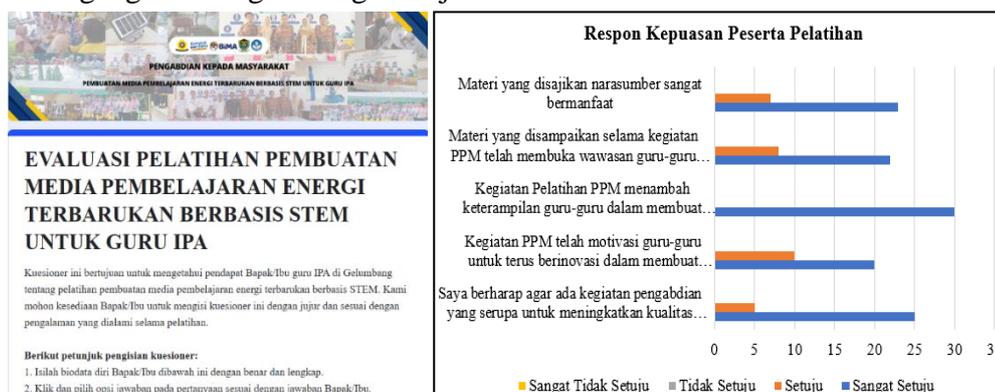
Gambar 5 Pendampingan Peserta Pelatihan dalam Perakitan Media Pembelajaran Berbasis STEM

Setelah kegiatan pendampingan dilakukan, guru dipersilahkan untuk merepresentasikan media pembelajaran berupa alat peraga yang telah dibuat oleh masing-masing kelompok. Masing-masing kelompok memaparkan data hasil praktikum serta modul ajar yang telah dibuat dan direvisi. Bahkan beberapa peserta juga menunjukkan bukti video proses pembelajaran yang telah dilaksanakan dalam materi energi terbarukan dengan menggunakan media pembelajaran berbasis STEM hasil inovasi masing-masing guru. Hal ini menunjukkan antusiasme para peserta pelatihan untuk meningkatkan kompetensi profesional guru dalam aspek pembelajaran. Kegiatan pendampingan peserta pelatihan ini dalam perakitan media pembelajaran berbasis STEM ditunjukkan melalui Gambar 6.



Gambar 6 Pendampingan Peserta Pelatihan dalam Perakitan Media Evaluasi

Dalam bagian kegiatan evaluasi, tim pengabdian memberikan kuesioner dan evaluasi terhadap *output* produk media pembelajaran berbasis STEM yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Menurut Patriot et al. (2023) kegiatan evaluasi dapat menjadi parameter keberhasilan tim pengabdian dalam mencapai tujuan. Masing-masing guru diberikan kesempatan untuk mengisi kuesioner melalui gadget masing-masing ditunjukkan melalui Gambar 7.

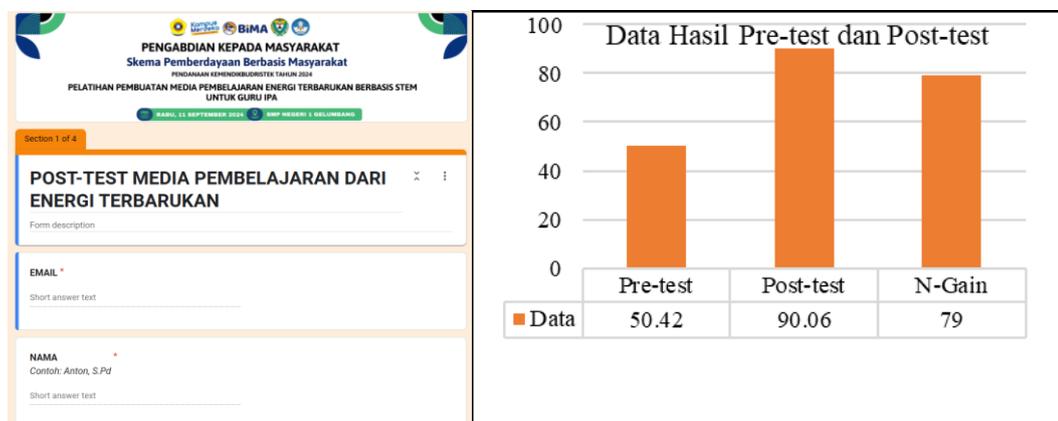


Gambar 7 Lembar Evaluasi dan Respon Peserta Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Energi Terbarukan Berbasis STEM

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan demografi presentase bahwa guru mendapatkan manfaat langsung dari Tim yang terlibat dalam kegiatan pengabdian telah sesuai dengan kebutuhan guru. Materi pengabdian disampaikan sesuai dengan kebutuhan guru dan bermanfaat mendapatkan respon sangat setuju melalui persentase sebesar 76%. Peserta pelatihan sangat setuju bahwa materi yang disampaikan oleh guru dapat menambah wawasan sebesar 72%, selanjutnya 100% peserta sangat setuju bahwa kegiatan pelatihan pada pengabdian dapat menambahkan keterampilan guru. Sebanyak 67% peserta pelatihan sangat setuju

dalam pemahaman materi yang disampaikan dan 76% peserta sangat setuju bahwa perlunya ada kegiatan pelatihan lainnya agar meningkatkan keterampilan guru dalam mendesain media pembelajaran pada bentuk-bentuk lainnya (Sriyanti et al., 2018). Secara umum, kegiatan pengabdian ini telah mampu meningkatkan keterampilan guru dalam membuat media pembelajaran fisika dalam alat peraga untuk menunjang pembelajaran IPA pada materi energi terbarukan.

Nilai *pretest* dan *posttest* yaitu nilai pretest merupakan hasil yang diperoleh sebelum diberikan kepada guru dalam bentuk kegiatan. Nilai *posttest* merupakan hasil yang diperoleh setelah guru menerima perlakuan atau siswa mengikuti program. Diagram batang *pre-test* dan *post-test* ditunjukkan pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Hasil *Pre-Test*, *Post-Test*, dan N-Gain

Nilai yang diperoleh berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* ditunjukkan pada Gambar 8. Rata-rata pra-tes dari total 36 peserta adalah 50,42 dan rata-rata pasca-tes adalah 90,06, menghasilkan peningkatan skor sebesar 79%. Menurut hasil Ngain, kategori pengembangan bakat siswa masuk dalam kategori tinggi. Program ini berhasil meningkatkan keterampilan peserta dalam mengembangkan pendidikan media berbasis STEM sebagai guru penelitian MGMP (Sukmana, 2019; Hamimah et al., 2019). Peningkatan kemampuan dan keterampilan guru tidak hanya terkait dengan pengetahuan tetapi juga kemampuan guru untuk menciptakan lingkungan pendidikan STEM. Hasil kegiatan ini menjadi dasar komunikasi antara tim pengabdian dengan mitra; dengan demikian, materi media

pendidikan berbasis STEM dapat terus digunakan untuk pendidikan dan desain berdasarkan perkembangan ilmu pengetahuan.

SIMPULAN

Program pengabdian ini diakhiri dengan selesainya pemahaman dan keterampilan guru dalam menciptakan lingkungan pendidikan untuk lingkungan pendidikan STEM berbasis informasi elektronik terbarukan. Hasil menunjukkan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* meningkat, dengan skor meningkat sebesar 79%. Saya mendapat nilai 79%. Berdasarkan hasil kuesioner, 82% peserta pelatihan setuju bahwa program ini dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam memastikan produk berbasis media pendidikan STEM menggunakan energi terbarukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih tim pengabdian sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat melalui No. Kontrak : 052/E5/PG.02.00/PM.BATCH.2/2024 tanggal 05 Agustus 2024, pada Pengabdian kepada Masyarakat di Perguruan Tinggi Tahap Kedua Tahun Anggaran 2024 pada Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Dana DRTPM DIKTI. Ucapan terima kasih juga tim pengabdian sampaikan kepada Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Muara Enim yang telah memberikan perizinan kegiatan serta kesediaan guru-guru MGMP IPA sebagai peserta pelatihan yang telah terlibat dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisanti, D., Derlina, D., & Rahmatsyah, R. (2022). Tool Development Effectiveness Display Mirrors and Lenses (Multi shapes) as a Physics Learning Media with ADDIE Design. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 403.
- Bakri, F. P., Budi, E., & Rahmawati, Y. (2023). The integration of mobile learning in STEM-PjBL for Physics learning: A systematic literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2596(1), 012065.
- Capareda. (2023). *Introduction to biomass energy conversions*. CRC Press.

- Delima, E. M., Afrizal Mayub, & Euis Nursa'adah. (2023). Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Solar Cell pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(2), 284–290.
- Ewar, H. A., Nasar, A., & Ika, Y. E. (2023). Pengembangan Alat Peraga Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sebagai Media Pembelajaran Fisika Pada Materi Sumber Energi Terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 128–139.
- Guntara, Y. (2021). Normalized gain ukuran keefektifan treatment. *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 1-3.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hasanah, Z., Tenri Pada*, A. U., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 65–75.
- Hamimah, H., Zainil, M., Anita, Y., Helsa, Y., & Kenedi, A. K. (2022). Pelatihan pengembangan bahan ajar berbasis STEM sebagai solusi pembelajaran di masa pandemi COVID-19 bagi guru sekolah dasar. *Dedication: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 33-42.
- Hlukhaniuk, V., Solovei, V., Tsvilyk, S., & Shymkova, I. (2020). STEAM Education As A Benchmark For Innovative Training of Future Teachers of Labour Training And Technology. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*, 1, 211.
- Ismet, I., Wiyono, K., & Patriot, E. A. (2023). The Analysis of Pre-Service Student's Ability to Develop STEM-Based Learning Media Through Physics Learning Media Lectures. *II(2)*, 129–143.
- Juniartina, P. P. (2020). Alat Peraga IPA Sederhana Untuk Guru SMP Di Kecamatan Banjar. *Jurnal Widya Laksana*, 9(2).
- Kause, M. C. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *Cyclotron*, 2(1).
- Khaeruddin, K., & Bancong, H. (2022). STEM education through PhET simulations: An effort to enhance students' critical thinking skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(1), 35–45.
- Khoiri, N., Kurniawan, A. F., Ristanto, S., & Martina, S. P. (2022). Pembelajaran Kinetik Gas dengan Pendekatan Lifeskill untuk Mengajarkan Keterampilan Komunikasi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 53–58.
- Kumalasan, M. P., & Kusumaningtyas, D. I. (2024). Analysis of literacy-based learning media produced by primary school teacher education students. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(1), 662–673.

- Mohd Hawari, A. D., & Mohd Noor, A. I. (2020). Project Based Learning Pedagogical Design in STEAM Art Education. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 102.
- Nazhifah, N., Wiyono, K., & Ismet, I. (2023). Development of STEM-Based E-Learning on Renewable Energy Topic to Improve the Students Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9575–9585.
- Octaviana, F., Wahyuni, D., & Supeno, S. (2022). Pengembangan E-LKPD untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 2345–2353.
- Othman Abdelaziz Ahmed, A. (2018). EFL Teachers' and Students' Approaches in Using Teaching Aids: A case Study. *Arab World English Journal*, 4(4), 109–124.
- Padang, Y. A., Mirmanto, M. M., Syahrul, S. S., Sinarep, S. S., & Pandiatmi, P. P. (2020). Pemanfaatan Energi Alternatif Dan Terbarukan. *Jurnal Karya Pengabdian*, 2(2), 77–84.
- Patriot, E. A., Wiyono, K., Sriyanti, I., Ismet, Nazhifah, N., Fitonia, A., Nadia, H., Utami, Y., Harianja, M. R., Fadhilah, S., Meitasari, D., & Sari, N. A. (2023). Enhancing the skills of physics MGMP teachers in making differentiated e-modules. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 19(2), 272–282.
- Rahman, A. B. W. A., Hussain, M. A. M., & Zulkifli, R. M. (2020). Teaching Vocational with Technology: A Study of Teaching Aids Applied in Malaysian Vocational Classroom. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(7), 176–188.
- Ramady Devira, G., & Fadriani, H. (2023). Pengembangan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro sebagai Media Pembelajaran berbasis Internet of Things. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 12(1).
- Sari, J., Feniareny, F., Hermansah, B., & Prasrihamni, M. (2023). Pengaruh Media Konkret Terhadap Pemahaman Konsep Siswa Dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 7(1), 15.
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., Jungmark, M., & Mueller, R. (2021). PhET Simulations in Undergraduate Physics: Constructivist Learning Theory in Practice. *Brock Education Journal*, 31(1).
- Sriyanti, I., Siahaan, S. M., Muslim, M., & Ariska, M. (2018). *Pendampingan Pembuatan Alat Peraga Ipa Sederhana Sebagai Upaya Untuk Menciptakan Karya Inovatif Bagi Guru- Guru IPA SMP Se-Kota Lubuklinggau*.
- Sukmana, R. W., & Nurhayati, Y. (2019). Pengabdian kepada masyarakat pembelajaran berbasis STEM bagi guru-guru sekolah dasar di Kabupaten Bandung. *Jurnal Pengabdian Tri Bhakti*, 1(1), 1-4.

- Wakidah, R. N., Aflaha, D. S. I., Taufik, I., Zahra, A. Z., Susilowati, S., & Muktingrum, T. (2022). Pengembangan Kit Renewable Energy Sebagai Media Pembelajaran Penghematan Energi di Mi Roudlotul Ulum Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Abdi Insani*, 9(1), 229–237.
- Wiyono, K., Sury, K., Hidayah, R. N., Nazhifah, N., Ismet, I., & Sudirman, S. (2022). STEM-based E-learning: Implementation and Effect on Communication and Collaboration Skills on Wave Topic. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(2), 259–270.
- Yahaya, M. H. B., Mustafa, M. Z. B., & Ahad, R. B. (2019). The Effectiveness of Programmable Logic Controller Teaching Aids for Control System Module in Vocational College. *Universal Journal of Educational Research*, 7(12A), 51–59.