

Penerapan Pendidikan Hijau dalam Pembelajaran STEM bagi Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Klaten

Danar Susilo Wijayanto^{1*}, Indah Widiastuti², Cucuk Wawan Budiyan³, Taufik Wisnu Saputra⁴, Towip⁵, Maimunah⁶, Handang Kurniawan⁷

^{1,2,4,5}Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

³Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

^{6,7}Sekolah Dasar Negeri 1 Ngeden, Dinas Pendidikan Kabupaten Klaten, Indonesia

*e-mail korespondensi: danarsw@staff.uns.ac.id

Abstract

This service activity is intended to improve STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) learning in elementary schools in Klaten Regency through engineering design concepts and experiments. STEM is directed as integrated learning between several fields of science, especially those related to mathematics, science (physics, chemistry, biology and environmental science) and IT (Information Technology). Learning is done by introducing several technologies that use wind energy sources. Engineering design process activities are carried out through modules and learning activities through: (1) understanding the context of the problem; (2) explore the shape and type of turbine capable of capturing wind energy; and (3) conducting wind turbine experiments. The learning module is made by a service team with the teacher. The teacher provides assistance to students during the implementation of activities. Students are encouraged to use STEM skills in wind turbine experiments. At the end of the activity, it is hoped that the output will be in the form of a learning module that integrates environmental-based education in STEM learning.

Keywords: Green education; renewable energy education; STEM; wind turbine; hands-on learning media

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini ditujukan untuk meningkatkan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) di sekolah dasar di Kabupaten Klaten melalui konsep *engineering design* dan eksperimen. STEM diarahkan sebagai pembelajaran terintegrasi antara beberapa bidang ilmu, terutama terkait matematika, sains (fisika, kimia, biologi dan ilmu lingkungan) serta IT (*Information Technology*). Pembelajaran dilakukan dengan mengenalkan beberapa teknologi yang menggunakan sumber energi angin. Kegiatan *engineering design process* dilakukan melalui modul dan kegiatan pembelajaran melalui: (1) memahami konteks permasalahan; (2) melakukan eksplorasi mengenai bentuk dan jenis turbin yang mampu menangkap energi angin; dan (3) melakukan eksperimen turbin angin. Modul pembelajaran dibuat tim pengabdian bersama guru. Guru memberikan pendampingan kepada peserta didik selama pelaksanaan kegiatan. Peserta didik didorong untuk menggunakan kemampuan STEM dalam eksperimen turbin angin. Pada akhir kegiatan diharapkan diperoleh luaran berupa modul pembelajaran yang mengintegrasikan pendidikan berbasis lingkungan hidup pada pembelajaran STEM.

Kata Kunci: Pendidikan hijau; pendidikan energi terbarukan; STEM; turbin angin; media pembelajaran *hands-on*

Accepted: 2022-11-07

Published: 2024-01-02

PENDAHULUAN

Pembelajaran bidang sains, teknologi, rekayasa dan matematika atau dikenal dengan istilah STEM menjadi fokus perhatian tidak hanya oleh guru di sekolah namun juga semua pemangku kepentingan yang terlibat (Wuryastuti, 2008; Kurniasih, 2020). Berbagai upaya telah dilakukan dalam rangka proses peningkatan kualitas proses pembelajaran dan kurikulum di bidang-bidang tersebut. Pada awalnya program peningkatan kualitas tersebut dilakukan secara terpisah di masing-masing bidang studi. Namun saat ini, fokus perbaikan mutu diarahkan pada integrasi antara semua bidang pada pembelajaran STEM (UNESCO, 2016).

Integrasi antara sains, teknologi, rekayasa dan matematika pada pembelajaran di sekolah sebaiknya juga dikaitkan dengan fenomena yang dihadapi di dunia nyata. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat pembelajaran STEM lebih bermakna dan relevan bagi siswa dan guru (Honey, et al, 2014). Dengan cara ini, diharapkan akan meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa yang selanjutnya dapat meningkatkan pemahaman serta kemampuan literasi siswa terutama dalam sains, matematika dan teknologi. Penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan motivasi siswa untuk belajar ketika siswa merasa apa yang dipelajari tersebut memiliki manfaat yang besar (Falentina, et al. 2018; Artobatama, et al. 2020; Dywan, & Airlanda, 2020; Astutik, 2020).

Lingkungan hidup merupakan isu kontekstual yang sangat menarik dalam pembelajaran STEM. Isu lingkungan mulai dari daur ulang sampai masalah kelangkaan sumber air merupakan masalah nyata yang menarik untuk dieksplorasi. *Green STEM* merupakan pendekatan pembelajaran STEM yang terintegrasi dengan pendidikan lingkungan hidup (Shyr & Hsu, 2010; Duraiappah, et al. 2021). Studi di Amerika menunjukkan bahwa integrasi *environment-based education* pada kurikulum STEM memberikan pengaruh positif pada pembelajaran sains, literasi, kemampuan beradaptasi dan kemampuan untuk bekerja sama dalam tim (Hussain & Akhtar, 2013; Wibawa, et al. 2020).

Penguatan pembelajaran STEM berbasis pendidikan lingkungan diarahkan untuk meningkatkan kemampuan siswa terutama pada bidang studi sains dan matematika sekaligus meningkatkan kesadaran siswa terhadap isu lingkungan misalnya perubahan iklim dan keseimbangan ekosistem (Widiastuti, 2014). Pembelajaran sains dan matematika yang kontekstual terkait dengan isu lingkungan sangat sesuai dengan *framework* STEM dalam penggunaan *scientific inquiry* dan *engineering design process* sebagai bagian dari pengalaman belajar (Widiastuti & Budiyanto, 2022).

Sekolah Dasar negeri 1 Ngreden berlokasi di Desa Ngreden Kecamatan Wonosari Kabupaten Klaten. Sekolah ini memiliki siswa sebanyak 122 anak, yang terbagi menjadi 6 kelas dari kelas 1 sampai dengan kelas 6 masing-masing 1 rombongan belajar. Kelas 1 terdiri dari 25 siswa, kelas 2 dan kelas 3 masing-masing 22 siswa, kelas 4 sebanyak 14 siswa, kelas 5 ada 19 siswa, dan kelas 6 ada 20 siswa. Kegiatan belajar mengajar di SD Negeri 1 Ngreden dilaksanakan secara integratif melalui kurikulum tematik yang dikembangkan sendiri oleh sekolah. Setiap bulan, guru menetapkan satu tema di tiap kelas. Semua mata pelajaran diarahkan untuk mempelajari hal-hal yang terkait tema yang telah ditentukan.

Sebagai sekolah yang telah menerapkan kurikulum merdeka dalam proses pembelajaran, SD Negeri 1 Ngreden sangat berpotensi dalam implementasi pembelajaran berbasis STEM. Penerapan STEM diharapkan mampu mendorong siswa untuk lebih aktif dan memiliki kemampuan memecahkan masalah (*problem solving skills*) dengan pendekatan interdisiplin (Cunningham, & Hester, 2007; Blackley, et al., 2018; Wardani, & Ardhyantama, 2021).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan kepala sekolah dan guru SD Negeri 1 Ngreden, terdapat beberapa kendala yang ditemui untuk pembelajaran STEM. Pendekatan saintifik dan kolaboratif seperti yang ditekankan pada kurikulum sudah mulai dilakukan namun mayoritas belum menampilkan sisi kebermanfaatannya terhadap kehidupan sehari-hari. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran masih minim, terutama untuk yang berguna bagi siswa dalam kehidupan nyata. Beberapa faktor yang diindikasikan menjadi kendala dalam integrasi STEM pada pembelajaran di SD Negeri 1 Ngreden antara lain:

- a. Belum semua guru memahami konsep dan aplikasi STEM
- b. Belum adanya guru yang pernah mengikuti pelatihan/workshop dalam implementasi pembelajaran STEM
- c. Keterbatasan sumber dan media belajar serta ketersediaan sarana/prasarana STEM terutama dalam penggunaan teknologi di SD Negeri 1 Ngreden

- d. Pembelajaran STEM dianggap membutuhkan waktu dan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembelajaran berbasis kurikulum tematik, sementara dana operasional sekolah terbatas

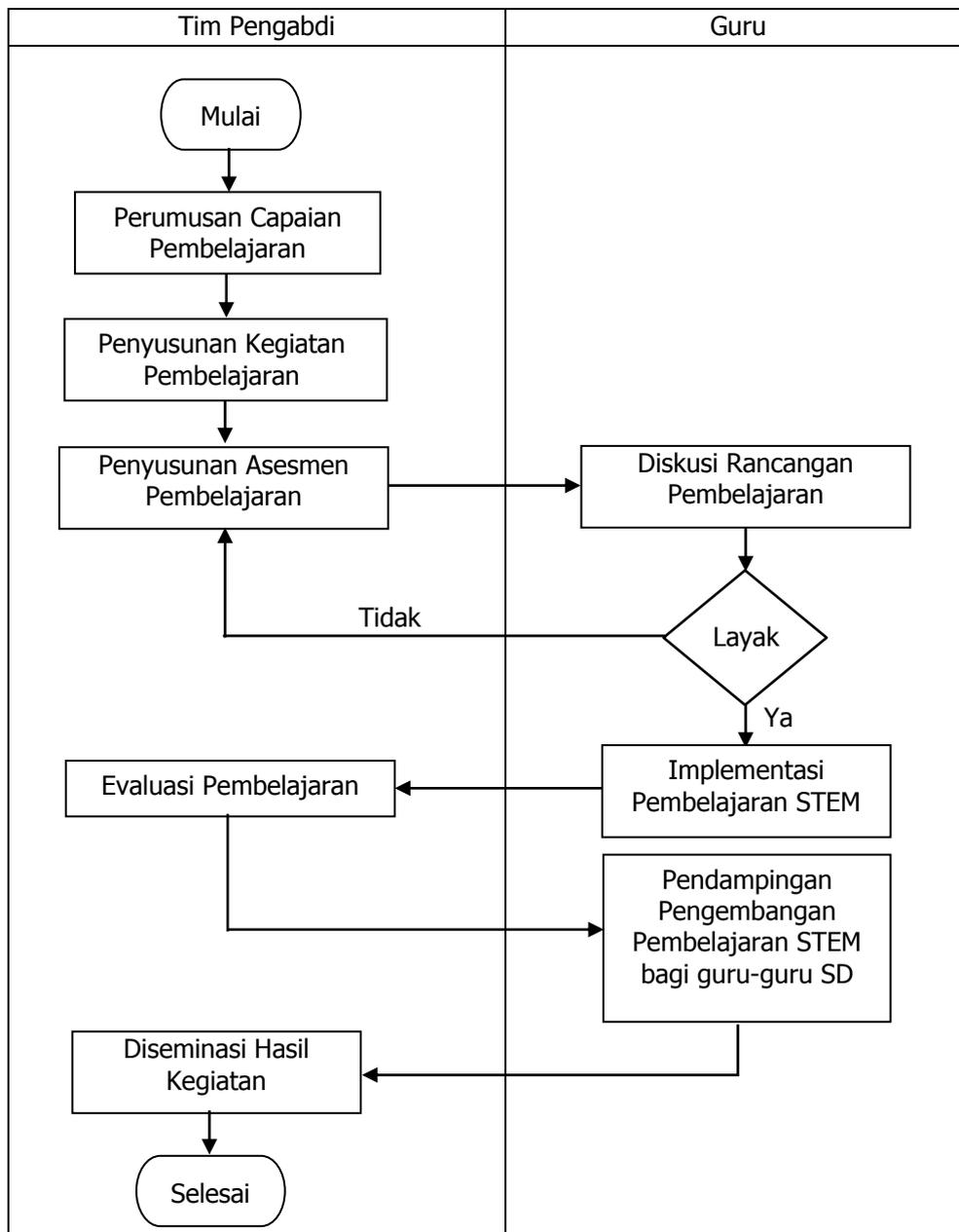
Di sisi lain, sejak adanya pandemi Covid-19, kegiatan belajar mengajar di SD Negeri 1 Ngreden sangat terpengaruh. Apalagi lingkungan desa dengan segala keterbatasan siswa dalam teknologi dalam pembelajaran daring. Banyak sekali masalah dan tantangan yang timbul dalam pelaksanaan pembelajaran daring, khususnya pada tahun pertama pandemi. Guru dan siswa mau tidak mau harus bisa beradaptasi dengan situasi dan kondisi kegiatan belajar mengajar yang baru, mulai dari metode pembelajaran, teknologi yang digunakan, asesmen pembelajaran, sampai rancangan pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi pandemi. Segala upaya dilakukan untuk mengurangi *learning loss* pada siswa akibat adanya pandemi ini.

METODE

Kegiatan pengabdian ini ditujukan untuk memberikan variasi metode pembelajaran STEM berbasis konsep kesadaran lingkungan hidup dengan melakukan aktivitas *engineering design process* yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan memecahkan masalah secara kolaboratif. Secara terperinci, pengabdian dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengembangkan rancangan pembelajaran STEM berbasis lingkungan dengan tema energi baru dan terbarukan
2. Memberikan contoh dan panduan kegiatan pembelajaran STEM yang sesuai dengan tahap perkembangan dan usia siswa, termasuk lembar pengamatan dan laporan
3. Merancang bangun media pembelajaran berbasis *hands on*
4. Menyediakan alternatif model pembelajaran yang menyenangkan melalui kegiatan *engineering design process* dengan memanfaatkan instalasi turbin angin

Pada kegiatan ini dilakukan evaluasi untuk mengetahui peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Tahapan pelaksanaan usulan kegiatan ini disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pengabdian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pembelajaran STEM ke siswa SD Negeri 1 Ngredden. Pembelajaran STEM yang dilakukan dengan menerapkan pendidikan hijau, di mana materi di sekolah dasar membahas mengenai tema energi, khususnya energi terbarukan. Dalam hal ini modul dan media pembelajaran yang diterapkembangkan adalah mengenai instalasi turbin angin, baik turbin angin poros horizontal maupun turbin angin poros vertikal. Sehubungan dengan banyaknya jenis turbin angin poros vertikal, maka pada pengabdian ini hanya digunakan salah satu tipe saja, yaitu tipe Savonius seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Turbin Angin Poros Vertikal

Sedangkan modul pembelajaran yang diterapkembangkan juga mengenai pendidikan hijau, terutama materi turbin angin. Modul pembelajaran yang diterapkembangkan disusun oleh tim pengabdian, dan kemudian didiskusikan dengan sekolah mitra, agar modul tersebut bisa digunakan dalam kegiatan pembelajaran STEM di sekolah mitra.

Kegiatan dimulai dengan melakukan identifikasi capaian pembelajaran bidang sains dan matematika yang diintegrasikan dengan aplikasi teknologi, proses rekayasa (*engineering*) dan isu lingkungan hidup. Isu lingkungan yang menjadi fokus kegiatan pengabdian ini terkait dengan penggunaan sumber energi surya sebagai sumber energi alternatif. Beberapa materi yang relevan dengan isu tersebut antara lain:

1. Konsep perubahan energi
2. Mekanisme kerja turbin angin untuk menghasilkan energi listrik
3. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan turbin angin

Rumusan capaian pembelajaran dikembangkan dalam rancangan pembelajaran (*lesson plan*) yang meliputi:

1. Tujuan pembelajaran (*learning objective*)
2. Keterkaitan dengan kurikulum sesuai tingkatan kelas
3. Peralatan yang dibutuhkan
4. Uraian aktivitas pembelajaran
5. Lembar kerja dan evaluasi

Rencana pembelajaran yang telah disetujui guru menjadi dasar kegiatan pembelajaran di SD Negeri 1 Ngreden. Kegiatan pembelajaran dilakukan bersama antara dosen dan mahasiswa anggota tim pengabdian dengan guru di sekolah mitra. Instalasi turbin angin digunakan sebagai media peraga di kegiatan pembelajaran. Di tahap akhir, evaluasi ditujukan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran dengan pendekatan *Green STEM*. Evaluasi ini meliputi kompetensi siswa dalam materi turbin angin. Pengumpulan data melalui *interview* dan kuesioner dilakukan untuk mengetahui persepsi siswa dan guru terhadap pelaksanaan kegiatan pembelajaran.

Kegiatan pengabdian telah dilakukan di SD Negeri 1 Ngreden dengan tahapan kegiatan dijelaskan sebagai berikut:

1. Penyusunan modul pembelajaran

Berdasarkan referensi yang ditelaah, tim pengabdian menyusun modul pembelajaran untuk diterapkan siswa sekolah dasar dengan topik Energi. Sesuai peta kurikulum SD, materi energi menjadi salah satu tema belajar siswa kelas 4 dan 5 dengan kajian pada pemanfaatan energi angin.

Modul ini terdiri dari tiga sesi dengan kerangka sebagai berikut:

Sesi 1	Sesi 2	Sesi 3
<ul style="list-style-type: none"> • Menunjukkan konteks masalah nyata • Mengenalkan budaya dan ciri khusus suatu negara 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengenalkan konsep dasar melalui <i>hands on learning</i> yaitu pengamatan dan percobaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan dan melakukan tiap tahap pada siklus EDP melalui kegiatan perancangan suatu teknologi

Gambar 3. Kerangka Modul Pembelajaran

Pada sesi 1 modul ini, siswa diminta memahami konteks masalah nyata yang dihadapi dan harus dicari solusinya melalui pemahaman bacaan. Percobaan untuk mengetahui faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam perancangan teknologi dipelajari melalui kegiatan di sesi 2. Sedangkan sesi 3 untuk memberikan panduan kepada siswa dalam melakukan tahapan secara terstruktur.

2. Diskusi modul pembelajaran dengan guru kelas

Untuk memperoleh masukan dari pengguna modul, tim pengabdian melakukan diskusi dengan guru kelas. Beberapa perbaikan yang dilakukan tim setelah diskusi antara lain:

- Memperbaiki isi bacaan supaya lebih mudah dipahami siswa
- Memberikan panduan berupa video



Gambar 4. Diskusi Modul Pembelajaran dengan Guru Kelas

3. Diseminasi modul dan media pembelajaran

Di tahap ini, tim pengabdian memberikan modul pembelajaran secara bertahap kepada siswa kelas 4 dan 5 SD Negeri 1 Ngreden melalui guru. Tim menyediakan modul pembelajaran sekaligus dengan alat-alat dan bahan yang diperlukan untuk kegiatan belajar tiap siswa. Selanjutnya tim pengabdian bersama dengan guru melaksanakan pembelajaran STEM pada siswa

menggunakan modul dan media pembelajaran *hands-on* yang sudah dirancang bangun. Media pembelajaran yang dirancang bangun, yaitu turbin angin poros vertikal tipe Savonius heliks.

4. Evaluasi hasil pembelajaran dan keterlibatan guru

Berdasarkan hasil diseminasi, maka dilakukan diskusi dan evaluasi bersama antara tim pengabdian dengan guru yang terlibat dalam pembelajaran STEM, termasuk kompetensi yang diperoleh siswa setelah mengalami pembelajaran STEM tersebut.

Pembelajaran dilakukan secara kolaborasi antara tim pengabdian bersama dengan guru kelas. Pembelajaran terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Kegiatan pendahuluan: kegiatan orientasi dan penyiapan peserta didik, penyampaian tujuan pembelajaran, skenario pembelajaran, dan materi secara umum yang akan dipelajari



Gambar 5. Orientasi Pembelajaran Pendidikan Hijau

2. Kegiatan inti: membahas mengenai energi, khususnya energi terbarukan. Pada kegiatan ini dilakukan dalam beberapa bagian, antara lain:

- a. Penyampaian dan diskusi dengan menggunakan media presentasi (*Microsoft Power Point*)



Gambar 6. Diskusi menggunakan Media *Microsoft Power Point*

- b. Penyampaian dan diskusi dengan menggunakan media video



Gambar 7. Diskusi menggunakan Media Video

- c. Praktik pembuatan kincir angin dengan menggunakan kertas
Masing-masing peserta didik secara terbimbing diberikan tugas untuk membuat kincir angin dari kertas dan lidi selama waktu yang ditentukan.



Gambar 8. Pembuatan Kincir Angin dari Kertas

Semua peserta didik berhasil membuat kincir angin dan bisa beroperasi dengan menggunakan tenaga penggerak kipas angin yang sudah disediakan.



Gambar 9. Pengujian Kincir Angin dari Kertas menggunakan Kipas Angin

- d. Praktik pengoperasian media pembelajaran turbin angin poros vertikal Savonius heliks
Tim pengabdian memberikan demonstrasi bagian-bagian media pembelajaran turbin angin Savonius heliks, lalu menjelaskan prinsip kerja turbin angin Savonius heliks mulai dari sudu turbin yang berputar hingga mengakibatkan lampu menyala. Selanjutnya peserta didik mencoba untuk mempraktikkan sendiri media yang disediakan.



Gambar 10. Pengoperasian Media Pembelajaran Turbin Angin Savonius Heliks

- e. Praktik pengoperasian media pembelajaran panel surya yang mengubah energi panas matahari menjadi energi cahaya lampu
Tim pengabdian membawa peserta didik untuk melakukan pembelajaran di luar kelas untuk membuktikan perubahan energi panas matahari menjadi energi lain. Media pembelajaran yang digunakan adalah lampu dengan sumber energi panel surya mini.

Pada kesempatan pertama, peserta didik mempraktikkan perubahan energi panas matahari menjadi energi cahaya lampu.

- f. Praktik pengoperasian media pembelajaran panel surya yang mengubah energi panas matahari menjadi energi gerak (kipas angin)

Kesempatan selanjutnya peserta didik mempraktikkan media pembelajaran yang sudah disediakan untuk membuktikan bahwa energi panas matahari bisa berubah menjadi energi gerak. Beberapa peserta didik secara bergantian mempraktikkan media tersebut, sekaligus berlatih menjelaskan prinsip kerjanya di depan teman-temannya.



Gambar 11. Pengoperasian Media Pembelajaran Panel Surya

3. Kegiatan penutup: penyimpulan pembelajaran, evaluasi siswa mengenai materi pembelajaran

Berdasarkan hasil evaluasi selama proses pembelajaran, siswa terlihat lebih semangat, lebih antusias, dan lebih aktif selama proses pembelajaran baik melalui diskusi maupun dalam menggunakan media pembelajaran *hands-on*. Semua siswa terlibat secara aktif mempraktekkan dan menyampaikan hasilnya dengan baik. Selain itu, berdasarkan evaluasi di akhir pembelajaran, peserta didik lebih memahami materi energi dan perubahannya. Melalui pertanyaan lisan maupun tulisan, siswa bisa menjawabnya dengan cepat dan benar. Peserta didik juga mengetahui mengenai berbagai jenis energi terbarukan dan cara pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari secara bijak. Oleh karena itu, diharapkan dapat dikembangkan modul dan media pembelajaran yang lain setelah modul dan media pembelajaran STEM ini diterapkembangkan di sekolah mitra.

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pendidikan hijau dalam pembelajaran STEM mengenai energi terbarukan sangat menarik bagi siswa. Siswa menjadi lebih antusias dan lebih aktif dalam pembelajaran, sehingga kompetensi siswa semakin meningkat, bahkan bisa menumbuhkan semangat baru setelah pembelajaran STEM. Ke depannya perlu dikembangkan lagi pembelajaran STEM dengan materi-materi yang lain yang lebih menarik bagi siswa, terutama dengan menggunakan media pembelajaran *hands-on*.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, I. S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Kincir Angin Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Mengomunikasikan Siswa Inklusi Kelas 4 Sekolah Dasar. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar* Vol. 4, No. 3, November 2020 hal. 723-740
- Artobatama, I., Hamdu, G. & Giyartini, R. (2020). Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD. *Indonesian Journal of Primary Education* Vol. 4, No. 1 (2020) 76-86 ISSN: 2597-4866
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Sheffield, R. and Koul, R. (2018). Using a Makerspace approach to engage Indonesian primary students with STEM. *Issues in Educational Research*, 28(1), 2018 hal. 18-42
- Cunningham, C. M. & Hester, K. (2007). *Engineering is Elementary: An Engineering and Technology Curriculum for Children*. ASEE Annual Conference and Exposition
- Duraiappah, A. K., Mochizuki, Y., & Gupta, S. (2021). Education: the science of learning, Multidisciplinary Science Evidence for Education. *The Blue Dot Issue* 14 August 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378981>
- Dywan, A. A. & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan tidak Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu* Volume 4 Nomor 2 April 2020 hal. 344-354
- Falentina, C. T., Lidinillah, D. A. M. & Mulyana, E. H. (2018). Mobil Bertenaga Angin : Media Berbasis STEM untuk Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar* Vol. 5, No. 3 (2018) 152-162
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 education In: National* (Honolulu, HI: American Society of Engineering Education. Washington, DC: The National Academies Press
- Hussain, M., & Akhtar, M. (2013). Impact of Hands-on Activities on Students' Achievement in Science: An Experimental Evidence from Pakistan. *Middle East Journal of Scientific Research*, 16(5), 626–632. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.16.05.1310>
- Kurniasih, D. (2020). Implementasi Model Pembelajaran Contextual Teaching And Learning (CTL) Dalam Pelajaran IPA Di Sekolah Dasar. *Workshop Inovasi Pembelajaran di Sekolah Dasar SHEs: Conference Series* 3 (4) (2020) hal. 285– 293
- Sadi, Ö. (2007). Effects of Hands-on Activity Enriched Instruction on Students' Achievement and Attitudes Towards Science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87–98
- Shyr, W. J., & Hsu, C. H. (2010). Hands-on activities to enhance renewable energy learning. *Global Journal of Engineering Education*, 12(1), 24–29
- UNESCO (2016). *Education: Hands on Science*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organizations. Available online at <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/strengthening-education-systems/science-and-technology/hands-on-science/>
- Wardani, R. P. & Ardhyantama, V. (2021). Kajian Literatur: STEM dalam Pembelajaran Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan* Volume: 13 nomor: 01
- Wibawa, I.P.G.S.T., Sariyasa, & Suarni, N.K. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis STEM dengan Penugasan Berbantuan Aplikasi Whatsapp terhadap Partisipasi Orang Tua dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SD Se-Gugus VIII Mengwi. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia* Vol. 4 No 2, Agustus 2020
- Widiastuti, I. (2014). *Mechanical Performance of a PLA-based Biodegradable Plastic for Liquid Packaging Application*. Melbourne: Swinburne University of Technology
- Widiastuti, I. & Budiyanto, C. W. (2022). Pembelajaran STEM Berbasis Engineering Design Process untuk Siswa Sekolah Alam di Kabupaten Klaten. *DEDIKASI: Community Service Reports* Vol. 4 Issue 2, July 2022

Wuryastuti, S. (2008). Inovasi Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 9 (2).