

OPTIMALISASI ENERGI TERBARUKAN DI LINGKUNGAN LAHAN BASAH MELALUI PEMBELAJARAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS (STEM)

Optimization of Renewable Energy in Wetlands through Learning Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)

S Miriam^{1, a}, E Susilowati¹, S Suyidno¹, and N Winarno²

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi IPSE, Universitas Pendidikan Indonesia

Corresponding author: titis_pfis@ulm.ac.id

Abstrak. Krisis energi merupakan persoalan penting yang perlu dicarikan solusinya dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Hal ini terjadi karena sumber energi yang digunakan sekarang ini berasal dari sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Padahal banyak sumber energi terbarukan di sekitar khususnya di daerah lingkungan lahan basah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Namun demikian, sumber energi terbarukan tersebut belum dioptimalisasi semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas ilmiah mahasiswa calon guru dalam memecahkan masalah energi terbarukan di lingkungan lahan basah. Penelitian ini telah melibatkan 23 mahasiswa yang memprogram matakuliah Fisika Terapan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian campuran (*mixed methods*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kreativitas ilmiah mahasiswa dipengaruhi pembelajaran STEM; dimana kreativitas ilmiah merupakan indikator utama dalam mengembangkan pembelajaran STEM dalam optimalisasi energi terbarukan di daerah lingkungan lahan basah.

Kata Kunci: optimalisasi, energi terbarukan, lahan basah, pembelajaran STEM

Abstract. The energy crisis is an important problem that needs to be solved in order to improve the welfare of the community. This happens because the energy source used today comes from non-renewable energy sources. Even though there are many renewable energy sources around, especially in the wetland environment that can be used as an alternative energy source. However, this renewable energy source has not been optimized as much as possible. Therefore, this study aims to determine the effect of STEM learning on the scientific creativity of prospective teachers in solving renewable energy problems in the wetland environment. This research has involved 23 students who have applied Physics courses. The research method used is the 4D instructional research and development model (define, design, develop, and disseminate). The results showed that students' scientific creativity was influenced by STEM learning; where scientific creativity is the main indicator in developing STEM learning in the optimization of renewable energy in the wetland environment.

Keywords: optimization, renewable energy, wetlands, STEM learning

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 meliputi ketrampilan hidup dan karir, ketrampilan pembelajaran dan inovasi, ketrampilan informasi, media teknologi dengan sistem pendukung yang berisi standar penilaian, kurikulum, pengembangan profesional, dan lingkungan belajar (Susilowati, 2017). Hal

tersebut ditunjukkan pada Gambar 1 yang mendukung keberhasilan peserta didik dalam memperoleh ketrampilan dan pengetahuan melalui pembelajaran sepanjang masa. Pada abad 21 ini, ketrampilan dan macam karir pekerjaan telah berubah, pekerjaan yang semula dilakukan manusia bisa dilakukan mesin, namun kebutuhan ahli iptek semakin meningkat (Zubaidah, 2016).





Gambar 1. Kerangka pembelajaran abad 21

Kompetensi penting yang dibutuhkan di masa depan meliputi kreativitas, komunikasi, fleksibilitas, dan kemandirian (Wijaya, 2016; Yusuf, 2015). Oleh karena itu, kurikulum pendidikan di Indonesia berupaya untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki kompetensi yang dibutuhkan abad 21 melalui pengembangan pembelajaran yang kreatif inovatif dalam rangka mewujudkan “Indonesia Unggul 2045”. Namun demikian, hal tersebut belum didukung dengan proses kegiatan belajar mengajar yang masih menekankan sifat menghafal melalui pengajaran konvensional (Husna, 2011). Hal ini menyebabkan kreativitas peserta didik tidak berkembang dengan baik.

Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* perlu dilakukan secara optimal pada kegiatan belajar mengajar di sekolah (Irmayanti, 2019; Septiani, 2016). Guru merancang pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan mengambil keputusan (Nalurita, 2019). Pembelajaran STEM dapat mengeksplorasi kreativitas dan inovasi peserta didik dalam memecahkan masalah pada kehidupan nyata. Peserta didik dapat memahami dan menerapkan pembelajaran STEM secara bermakna.

Lahan basah (*wetland*) adalah daerah yang memiliki sifat tanah jenuh terhadap air, permanen tetap ataupun sementara. Daerah tersebut sebagian atau seluruhnya digenangi lapisan air dangkal. Yang termasuk lahan basah meliputi rawa-rawa, payau, dan gambut. Air yang tergenang dalam lahan basah meliputi air tawar, air payau, atau air asin. Pemanfaatan sumber energi perlu dilakukan pada lahan basah dalam rangka *sustainable development* (Daryono, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa calon guru dalam memecahkan masalah energi terbarukan di lingkungan lahan basah. Model *Project Based Learning* digunakan dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM untuk

mengetahui tingkat kreativitas mahasiswa calon guru.

2. METODE

Kreativitas merupakan suatu kompetensi yang diperlukan dalam kehidupan. Kreativitas dapat dilatih dan dikembangkan untuk menggali potensi peserta didik melalui proses pembelajaran (Sunarto, 2018). Penelitian ini melibatkan 23 calon guru fisika yang memprogram matakuliah Fisika Terapan pada salah satu LPTK di Banjarmasin. Matakuliah ini dilaksanakan dengan bobot 2 SKS selama 16 kali pertemuan melalui enam tahapan pembelajaran seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan pembelajaran

Tahapan	Aktivitas
1	Identifikasi Masalah
2	Eksplorasi Masalah
3	Perumusan Ide
4	Perancangan Desain Proyek
5	Pembuatan Proyek
6	Pelaporan Hasil Proyek

Mahasiswa dibimbing untuk mengenali kondisi krisis energi yang terjadi di Indonesia khususnya menggali masalah krisis energi yang terjadi di lingkungan lahan basah dan diarahkan untuk memecahkan masalah tersebut melalui pemberdayaan energi terbarukan. Melalui kegiatan ini, mahasiswa berpartisipasi aktif dan berkontribusi melalui tema energi terbarukan dengan membuat kreativitas melalui pembelajaran STEM. Mahasiswa dibagi menjadi 5 kelompok dengan proyek yang berbeda. Proyek-proyek tersebut dipilih oleh tiap-tiap kelompok berdasarkan identifikasi dan eksplorasi masalah yang terjadi di lingkungan sekitar lahan basah dengan tema energi terbarukan. Adapun proyek yang dikerjakan meliputi: energi sel surya,



energi angin, energi air, dan energi tanah yang ada di lingkungan lahan basah.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran (kualitatif dan kuantitatif (Creswell, 2007). Data kuantitatif diperoleh dari tes tes penguasaan konsep dan tes kreativitas. Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara, kuesioner, respon, dan jurnal mahasiswa. Validitas instrumen dihitung dengan menggunakan *Content Validity Ratio* (CVR) (Lawshe, 1975). Kemudian dilakukan uji-t berpasangan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa. Analisis pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas dilakukan uji dampak melalui perhitungan effect size.

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian dibahas menjadi dua bagian yang menjawab pertanyaan penelitian. Bagian pertama menjelaskan bagaimana kreativitas mahasiswa melalui pembelajaran STEM. Bagian kedua menjelaskan bagaimana pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa.

1. Kreativitas mahasiswa melalui pembelajaran STEM

Tes kemampuan berpikir kreatif dilaksanakan sebelum dan setelah pembelajaran (tes awal dan tes akhir) untuk mengetahui apakah dengan integrasi pengetahuan STEM dapat meningkatkan kreativitas

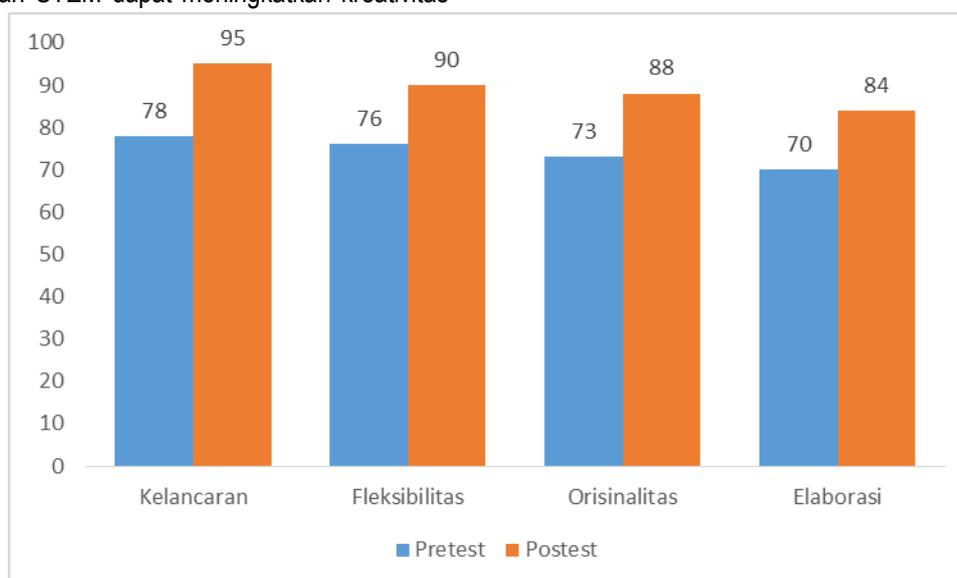
mahasiswa. Kreativitas mahasiswa terdiri atas empat indikator yaitu kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas, dan elaborasi (Guilford, 1977; Rhodes, 1961). Hasil uji-t berpasangan dimensi kreativitas mahasiswa untuk tiap-tiap indikator yang terdiri dari komponen kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas, dan elaborasi dapat terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji t dimensi kreativitas mahasiswa

Subject	Pre-test/Post-test	Paired Differences (SD)	T
Fluency	Pair 1 Flu- pFlu	4.156 (2.764)	7.456***
Flexibility	Pair 2 Fle- pFle	4.623 (2.154)	11.345***
Originality	Pair 3 Ori- pOri	3.176 (2.786)	6.698***
Elaboration	Pair 4 Ela- pEla	2.789 (2.756)	5.685***

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Pada Gambar 2 menyatakan rata-rata persentase indikator kemampuan berpikir kreatif mahasiswa pada saat *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan adanya peningkatan.



Gambar 2. Rata-rata persentase *pretest* dan *posttest* kreativitas mahasiswa

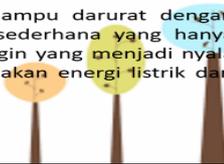
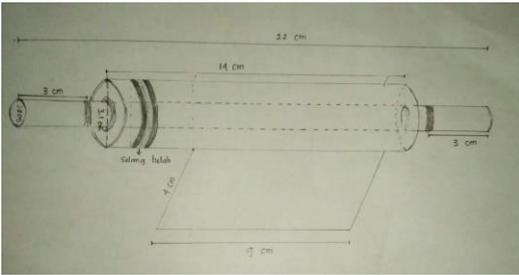
Indikator kelancaran pada kemampuan berpikir kreatif mengalami peningkatan kelancaran sebesar 17%, fleksibilitasnya sebesar 26%, orisinalitas sebesar 15%, dan elaborasi sebesar 14%.



Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa pembelajaran melalui integrasi pengetahuan STEM dapat meningkatkan dimensi kreativitas mahasiswa. Pada aktivitas mengidentifikasi masalah, mengeksplorasi masalah, merumuskan dan menganalisa ide, dimensi kreativitas mahasiswa pada fleksibilitas ($t=11,345$; $p<0,001$), dan kelancaran ($t=7,456$; $p<0,001$) menunjukkan perkembangan dengan baik. Mahasiswa mampu mengidentifikasi masalah krisis energi dengan menawarkan banyak solusi yang kreatif.

Langkah berikutnya, merancang dan membuat desain proyek untuk merealisasikan ide yang telah dianalisis. Mahasiswa belajar

mengidentifikasi masalah, menawarkan alternatif solusi, dan merancang proyek melalui integrasi pengetahuan STEM dengan berbagai kreatifitas. Pada saat kegiatan mendesain proyek, kelompok yang mendesain pembangkit listrik tenaga matahari merevisi desain proyek yang telah dirancangnya. Aktivitas pembelajaran mahasiswa melalui integrasi STEM dapat dijelaskan seperti pada Gambar 3.

Kegiatan	Pembelajaran STEM
<p style="text-align: center;">1. Identifikasi Masalah</p> <p style="text-align: center;">MASALAH</p> 	<p>Sains Menggunakan tenaga matahari sebagai sumber, penggunaan dioda, transistor. Mencoba-coba kesesuaian antara lampu, baterai, dan tegangan masukan yang diperlukan.</p>
<p style="text-align: center;">2. Eksplorasi Masalah</p> <p style="text-align: center;">EKSPLORASI MASALAH</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Sering terjadi pemadaman lampu secara mendadak ➢ Dapat menghambat aktivitas di malam hari 	<p>Technology Menggunakan alat bernama panel surya yang dirakit bersamaan dengan dioda, transistor, baterai, dan lampu dengan menggunakan kabel. Technology ini dianggap mampu untuk menangkap sinar matahari dan menjadikannya energi listrik, terbukti bahwa keluaran yang kami hasilkan sebesar 6 volt.</p>
<p style="text-align: center;">3. Perumusan Ide</p> <p style="text-align: center;">IDE</p> <p>Menciptakan sebuah lampu darurat dengan menggunakan bahan sederhana yang hanya memerlukan energi angin yang menjadi nyala lampu tanpa menggunakan energi listrik dari PLN.</p> 	<p>Engineering Panas matahari akan ditangkap oleh panel surya, dari panel surya menghasilkan 7 Volt dan ketika dipasang dioda dan transistor keluarannya menjadi 6 volt. Setelah itu ada 2 percabang yang mana satu cabang mengarah langsung ke 2 buah rumah (miniatur) dan percabangan lainnya mengarah pada baterai (recharger). Baterai akan menjadikan pasokan tengah malam jika sewaktu-waktu malam juga diadakan pemadaman.</p>
<p style="text-align: center;">4. Perancangan desain proyek</p> 	<p>Mathematika Menghitung berapa besar tegangan keluaran yang dihasilkan dari panel surya yang dirakit dengan menggunakan dioda dan transistor. Kemudian, menghitung berapa buah lampu yang bisa dinyalakan dengan 6 volt tegangan. Dan menghitung</p>





Gambar 3. Aktivitas pembelajaran STEM

Temuan penelitian tersebut menjelaskan bahwa dimensi kreativitas mahasiswa berkembang dengan baik melalui pembelajaran STEM. Kreativitas mahasiswa yang meningkat merupakan kegiatan proses pembelajaran untuk secara bersama-sama menyelesaikan masalah yang sesuai dengan empat pilar pendidikan, yaitu *learning to know, learning to do, learning to be, and learning to live together* (Smith, 2004).

2. Pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa

Untuk mengetahui seberapa besar dampak atau pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa, maka dilakukan uji dampak melalui perhitungan *effect size* yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Effect size* Pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa

Kreativitas	N	Mean	SD	d Cohen	r	Keterangan
Awal	23	33,47	9,83	1,75	0,7	Sedang
Akhir	23	47,17	4,35			

Berdasarkan perhitungan *effect size* dengan nilai $r = 0,7$, yang artinya pembelajaran STEM mampu memberikan dampak yang sedang terhadap kreativitas mahasiswa yang memiliki *pre test* ($mean = 33,47$, $SD = 9,83$) dan *post test* ($mean = 47,17$, $SD = 4,35$) dengan nilai d Cohen = 1,74. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM memiliki pengaruh yang baik terhadap kreativitas mahasiswa.

4. KESIMPULAN

Kompetensi kreativitas merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai peserta didik pada pembelajaran abad 21. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pembelajaran STEM terhadap kreativitas mahasiswa. Berdasarkan hasil dan diskusi di atas, dapat disimpulkan:

1. Proses pembelajaran STEM dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa

ditinjau dari kemampuan berpikir kreatif yang terdiri dari kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas, dan elaborasi.

2. Proses pembelajaran STEM memiliki pengaruh yang baik terhadap kreativitas mahasiswa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Creswell, J. W., Crack, P. V. L. (2007). *Designing and Conducting Mix Method Research*, Sage Publication, London & New Delhi.
- Daryono, H. (2009). Potensi, permasalahan dan kebijakan yang diperlukan dalam pengelolaan hutan dan lahan rawa gambut secara lestari. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 6(2).
- Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied nursing research*, 5(4), 194-197.



- Husna, H., & Pinem, K. (2011). Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara Pengajaran Multimedia dengan Pengajaran Konvensional Pada Materi Iklim Global di Kelas X SMA N 1 Seruwap Kabupaten Aceh Tamiang TP 2009/2010. *JURNAL GEOGRAFI*, 3(2), 83-93.
- Guilford, J. P. (1977). *Way beyond the IQ*. Buffalo, NY: Creative Education Foundation.
- Irmayanti, S. (2019). *Pengaruh pembelajaran berbasis Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem ekskresi* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Kaufman, J. C., & Sternberg, R. J. (Eds.). (2006). *The international handbook of creativity*. Cambridge University Press.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity 1. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.
- Lou, S. J., Chung, C. C., Dzan, W. Y., Tseng, K. H., & Shih, R. C. (2013). Effect of using TRIZ creative learning to build a pneumatic propeller ship while applying STEM knowledge. *International Journal of Engineering Education*, 29(2), 365-379.
- Nalurita, B. R., Nurcahyono, A., Walid, W., & Wardono, W. (2019, February). Optimalisasi Pemecahan Masalah Matematis pada Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan E-Comic Math. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 2, pp. 395-402).
- Peterson, R. E. (2001). Establishing the creative environment in technology education: Creativity doesn't just happen by chance; the prepared environment nourished it. *The Technology Teacher*, 61(4), 7-11.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Santanen, E. L., Briggs, R. O., & de Devreede, G. J. (2002, January). Toward an understanding of creative solution generation. In *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2899-2908). IEEE.
- Septiani, A. (2016). Penerapan Asesmen Kinerja dalam Pendekatan Stem (Sains Teknologi Engineering Matematika) untuk Mengungkap Keterampilan Proses Sains.
- Sunarto, S. (2018). PENGEMBANGAN KREATIVITAS-INOVATIF DALAM PENDIDIKAN SENI MELALUI PEMBELAJARAN MUKIDI. *Refleksi Edukatika: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 8(2).
- Smith, A. (2010). The influence of education on conflict and peace building, Background paper prepared for the Education for All Global Monitoring Report 2011 The Hidden Crisis: Armed conflict and education, Paris: UNESCO.
- Susilowati, E. (2017). *PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN GELOMBANG DAN OPTIKA BERBASIS SCAFFOLDING UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN HABITS OF MIND MAHASISWA CALON GURU* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Malang, U. N. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika* (Vol. 1, No. 26, pp. 263-278).
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran Fisika Modern berbasis media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran Pendidikan*, 4(2), 189-200.
- Zubaidah, S. (2016, December). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan dengan tema "Isu-isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad* (Vol. 21, No. 10).

