

**PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *GEOSPASIAL*
TECHNOLOGY BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF DAN
LITERASI ENERGI PADA TOPIK SUMBER ENERGI TERBARUKAN**



TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Fisika

Oleh

ZIYAD FADHLAN NABIL

NIM 2208834

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *GEOSPASIAL TECHNOLOGY*
BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF DAN LITERASI ENERGI PADA
TOPIK SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

Oleh

Ziyad Fadhlan Nabil

S.Pd UIN Mahmud Yunus Batusangkar, 2022

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

© Ziyad Fadhlan Nabil 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

ZIYAD FADHLAN NABIL

2208834

PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *GEOSPASIAL TECHNOLOGY* BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF DAN LITERASI ENERGI PADA TOPIK SUMBER ENERGI TERBARUKAN

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:

Pembimbing I



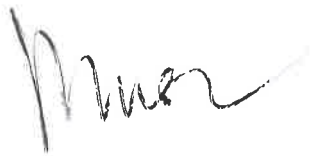
Dr. Ridwan Efendi, M.Pd.
NIP. 19770110200801 1 011

Pembimbing II



Dr. Dra. Hera Novia, M.T.
NIP. 19681104200112 2 001

Penguji I



Dr. Muslim, M.Pd.
NIP. 19640606199003 1 003

Penguji II



Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si.
NIP. 19770616200112 2 002

Mengetahui,

Ketua Prodi Pendidikan Fisika FPMIPA UPI



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.
NIP. 198310072008121004

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ziyad Fadhlan Nabil
NIM : 2208834
Program Studi : S2 Pendidikan Fisika
Judul Karya : “Pengembangan *E-LKPD* berbantuan *Geospatial Technology* berorientasi Kemampuan Kognitif dan Literasi Energi pada Topik Sumber Energi Terbarukan”

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 2 Januari 2025



Ziyad Fadhlan Nabil

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dituturkan kepada Illahi Rabbi, yang senantiasa mencurahkan segala nikmat, rahmat, hidayah dan inayahnya sehingga dapat menyelesaikan tesis dengan judul.

“Pengembangan *E-LKPD* berbantuan *Geospatial Technology* berorientasi Kemampuan Kognitif dan Literasi Energi pada Topik Sumber Energi Terbarukan”. Shalawat dan salam juga dipesankan kepada Allah SWT semoga disampaikan ke arwah Nabi Muhammad SAW.

Tujuan penulisan tesis ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi agar memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd) pada program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI).

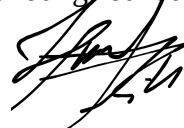
Terselesaikannya tesis ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang selalu memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dalam penulisan tesis ini hingga selesai. Dalam hal ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Ridwan Efendi, M.Pd. selaku Pembimbing I yang senantiasa mendukung dan membimbing penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini;
2. Ibu Dr. Dra. Hera Novia, M.T. selaku Pembimbing II yang senantiasa mendukung dan membimbing penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini;
3. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. sebagai Ketua Departemen Pendidikan Fisika sekaligus Ketua Program Studi S2 Pendidikan Fisika yang telah membantu mengayomi berbagai kebutuhan akademik penulis selama menempuh studi;

4. Ibu Prof. Dr. Lilik Hasanah, S.Si., M.Si, Ibu Dr. Winny Liliawati, S.Pd, Bapak Prof. Dr. Marjoni Imamora, M.Sc., Ibu Dr. Lita Sari Muchlis, M.Kom, Ibu Dr. Leni Aziyus Fitri, S.Pd, M.Si, dan Ahmad Maqruf, S.Pd., M.Pd. atas kesediaannya melakukan review terhadap *E-LKPD* dan instrumen soal yang telah dikembangkan;
5. Pihak sekolah Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 3 Kota Padang, Sumatera Barat yang memberikan izin untuk melakukan penelitian;
6. Ucapan terimakasih tak terhingga kepada orang tua, ayahanda tercinta H. Yuldelasharmi, S.Ag., SS., M.A., Ibunda tersayang Hj. Yustiloviani, S.Ag., M.A., adik-adikku tersayang, dan keluarga besarku semuanya, terimakasih atas cinta, kasih sayang, semangat, nasihat dan do'a yang tiada henti atas kesuksesanku. Terimakasih banyak;
7. Kepada rekan-rekan pascasarjana dan teman-teman S2 pendidikan fisika UPI angkatan 2022, atas dukungannya dalam penyelesaian tesis ini;
8. Terakhir namun bukan akhir, penulis berterima kasih terutama kepada diri penulis sendiri karena telah percaya kepada diri sendiri, karena telah melakukan semua kerja keras ini, karena tiada hari untuk bermalas-malasan, karena tidak pernah berkeinginan untuk berhenti, karena selalu mendorong untuk memberikan lebih, karena mendorong untuk banyak melakukan kebaikan dan karena telah menjadi diri penulis selama ini.

Rasa hormat dan terima kasih bagi seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas segala dukungan dan do'anya, semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah SWT. Aamiin.

Bandung, Januari 2025



Ziyad Fadhlán Nabil

NIM: 2208834

**PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN GEOSPASIAL
TECHNOLOGY BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF DAN
LITERASI ENERGI PADA TOPIK SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

Ziyad Fadhlan Nabil
2208834

Pembimbing I: Dr. Ridwan Efendi, M.Pd.
Pembimbing II: Dr. Dra. Hera Novia, M.T.
Prodi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-LKPD* berbantuan *Geospasial Technology* serta menguji keefektifannya dalam orientasi kemampuan kognitif dan literasi energi pada topik sumber energi terbarukan. *E-LKPD* ini dikembangkan menggunakan metode *mixed method* dengan desain *sequential exploratory* melalui tahapan analisis kebutuhan pengembangan, perancangan, pengembangan, dan implementasi. Analisis kebutuhan mendapatkan hasil bahwa dalam pengajaran yang mengacu kepada kurikulum merdeka, guru dan peserta didik membutuhkan suatu teknologi yang mudah digunakan, interaktif dan menghubungkan pembelajaran dengan lingkungan sekitar. Karakteristik *e-LKPD* terlihat kedalam beberapa komponen dan aspek yang menjadi dasar dalam perancangan dan pengembangannya. Komponen tersebut meliputi cover halaman judul, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran dan evaluasi. Tujuan pembelajaran diangkat dari adaptasi akan kemampuan kognitif sesuai arahan Kemendikbudristek pada kurikulum merdeka dan aspek literasi energi didalamnya. Bantuan akan *geospatial technology* terdapat pada bagian kegiatan pembelajaran, dimana teknologi ini membantu peserta didik dalam mengumpulkan data sebagai penyelidikan. Aspek yang diangkat pada pengembangan *e-LKPD* ini terdiri dari aspek konten, bahasa, aksesibilitas dan grafik. Hasil penilaian pada tiap aspek menghasilkan nilai aiken V dengan kategori yang valid. Implementasi berdasarkan kepada pengujian efektivitas penggunaan *e-LKPD* yang menghasilkan peningkatan kemampuan kognitif peserta didik setelah diberlangsungkannya pembelajaran menggunakan *e-LKPD* dengan perolehan nilai *n-Gain* sebesar 0,29 (rendah). Sementara itu, literasi energi pada komponen afektif dan psikomotor mendapatkan peningkatan 0,73 (tinggi) dan 0,65 (tinggi). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *e-LKPD* berbantuan *geospatial technology* ini bisa digunakan untuk mengorientasikan kemampuan kognitif dan literasi energi peserta didik pada topik sumber energi terbarukan.

Kata kunci : *E-LKPD*, *Geospatial Technology*, Literasi Energi

**DEVELOPMENT OF E-LKPD ASSISTED BY GEOSPATIAL
TECHNOLOGY ORIENTED TO COGNITIVE ABILITIES AND ENERGY
LITERACY ON THE TOPIC OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Ziyad Fadhlan Nabil
2208834

1st Supervisor: Dr. Ridwan Efendi, M.Pd.

2nd Supervisor: Dr. Dra. Hera Novia, M.T.

Magister of Physics Education Study Program FPMIPA UPI

ABSTRACT

This research aims to produce e-LKPD assisted by Geospatial Technology and test its effectiveness in orienting cognitive abilities and energy literacy on the topic of renewable energy sources. This E-LKPD was developed using a mixed method method with a sequential exploratory design through the stages of analysis of development needs, design, development, and implementation. The needs analysis found that in teaching that refers to the independent curriculum, teachers and students need a technology that is easy to use, interactive and connects learning with the surrounding environment. The characteristics of e-LKPD can be seen in several components and aspects that are the basis for its design and development. These components include title page covers, instructions for use, learning objectives, learning activities and evaluations. The learning objectives are raised from the adaptation of cognitive abilities according to the direction of the Kemendikbudristek in the merdeka curriculum and the energy literacy aspect in it. Assistance with geospatial technology is found in the learning activities section, where this technology helps students in collecting data as an investigation. The aspects raised in the development of e-LKPD consist of aspects of content, language, accessibility and graphics. The results of the assessment in each aspect produce a value of Aiken V with a valid category. The implementation is based on testing the effectiveness of the use of e-LKPD which results in an improvement in students' cognitive abilities after learning using e-LKPD with an n-Gain value of 0.29 (low). Meanwhile, energy literacy in affective and psychomotor components increased by 0.73 (high) and 0.65 (high). Thus, it can be concluded that the e-LKPD assisted by geospatial technology can be used to orient students' cognitive skills and energy literacy on the topic of renewable energy sources.

Keywords : E-LKPD, Geospatial Technology, Energy Literacy

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Definisi Operasional.....	8
1.6. Struktur Organisasi Tesis	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Kemampuan Kognitif.....	12
2.2. Literasi Energi.....	14
2.3. <i>E-LKPD</i> Sebagai Bahan Ajar pada Pembelajaran Fisika.....	15
2.4. <i>Geospatial Technology</i> dalam Pembelajaran Fisika	18
2.5. <i>E-LKPD Geospatial Technology</i> Berorientasi Kemampuan Kognitif dan Literasi Energi	22
2.6. Sumber Energi Terbarukan	24
2.7. Kerangka Berpikir	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Metode dan Desain Penelitian.....	28
3.2. Populasi dan Sampel	29
3.3. Instrumen Penelitian.....	29
3.4. Prosedur Penelitian.....	33
3.5. Teknik Analisis Data.....	38

BAB IV HASIL PENELITIAN	46
4.1. Keadaan Pembelajaran terhadap Kebutuhan Penyusunan e-LKPD Berbantuan <i>Geospasial Technology</i>	46
4.2. Analisis Karakteristik <i>E-LKPD</i> berbantuan <i>Geospasial Technology</i> ...	56
4.3. Hasil Efektivitas <i>E-LKPD</i> berbantuan <i>Geospasial Technology</i>	79
BAB V PEMBAHASAN	82
5.1. Keadaan Pembelajaran terhadap Kebutuhan Penyusunan <i>e-LKPD</i> Berbantuan <i>Geospasial Technology</i>	82
5.2. Karakteristik <i>E-LKPD</i> berbantuan <i>Geospasial Technology</i> berorientasi kemampuan kognitif dan literasi energi	84
5.3. Efektivitas <i>E-LKPD</i> berbantuan <i>Geospasial Technology</i> berorientasi kemampuan kognitif dan literasi energi	86
BAB VI SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	88
6.1. Simpulan	88
6.2. Implikasi.....	89
6.3. Rekomendasi.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Kata Kerja Operasional pada Dimensi Proses Kognitif.....	13
Tabel 2.2 <i>Framework</i> Literasi Energi Beberapa Ahli.....	15
Tabel 3.1 Skala Likert Penilaian	30
Tabel 3.2 Rincian Instrumen Validasi <i>E-LKPD</i>	31
Tabel 3.3 Rincian Uji Keterpahaman.....	31
Tabel 3.3 Rincian Instrumen Validasi Kemampuan Kognitif.....	32
Tabel 3.4 Rincian Instrumen Validasi Literasi Energi.....	32
Tabel 3.5 Kriteria Nilai Berdasarkan Persentase	39
Tabel 3.6 Kategori Nilai Unidimensionalitas	40
Tabel 3.7 Kriteria Penerimaan <i>Outfit MnSq</i> , <i>OutFit ZStd</i> dan <i>PT Measure Correlation</i>	41
Tabel 3.8 Kategori Reliabilitas <i>Item</i> Dan <i>Person</i>	42
Tabel 3.9 Kategori Nilai <i>Alpha Cronbach</i>	42
Tabel 3.10 Kategori Kesukaran Soal	42
Tabel 3.11 Kategori Daya Pembeda Soal	43
Tabel 3.12 Kriteria N-Gain	45
Tabel 4.1. Aspek Kebutuhan Guru yang Diperhatikan.....	49
Tabel 4.2 Aspek Kebutuhan Peserta didik diamati	50
Tabel 4.3 Capaian Pembelajaran berdasarkan Elemen	53
Tabel 4.4 <i>Outline</i> Penyusunan <i>E-LKPD</i>	57
Tabel 4.5 Hasil Validasi <i>E-LKPD</i>	62
Tabel 4.6 Hasil Rata-Rata tiap Aspek Validasi <i>E-LKPD</i>	63
Tabel 4.7 Hasil Skor Reliabilitas <i>E-LKPD</i>	64
Tabel 4.8 Hasil Uji Keterpahaman <i>E-LKPD</i>	68
Tabel 4.9 Hasil Validitas Instrumen Kognitif	70
Tabel 4.10 Hasil Validitas Instrumen Afektif dan Perilaku Literasi Energi	71
Tabel 4.11 Hasil Pengolahan Data Validitas Empiris Soal Kognitif	74
Tabel 4.12 Interpretasi Hasil Uji Validitas Soal Kognitif.....	74
Tabel 4.13 Tingkat Kesukaran Instrumen Soal.....	76
Tabel 4.14 Daya Pembeda Instrumen Soal	76

Tabel 4.15 Hasil <i>Output</i> Validitas Afektif dan Perilaku.....	76
Tabel 4.16 Interpretasi Hasil Uji Validitas Afektif dan Perilaku.....	77
Tabel 4.17 Hasil <i>Output</i> Reliabilitas Instrumen Soal Kemampuan Kognitif	78
Tabel 4.18 Hasil <i>Output</i> Tes Normalitas Kemampuan Kognitif Menggunakan SPSS	79
Tabel 4.19 Hasil <i>Output</i> Uji <i>Paired T-Test</i> Kemampuan Kognitif.....	80
Tabel 4.20 Hasil <i>Output</i> Tes Normalitas Literasi Energi Menggunakan SPSS....	80
Tabel 4.21 Hasil <i>Output</i> Uji <i>Wilcoxon</i> Literasi Energi.....	81
Tabel 4.22 Hasil Perolehan N-Gain Kognitif.....	81
Tabel 4.23 Hasil Perolehan N-Gain Literasi Energi Komponen Afektif dan Perilaku.....	81
Tabel 4.24 Hasil Perolehan N-Gain Aspek pada Afektif dan Perilaku.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Persentase Tingkatan Literasi Energi pada 3 Negara.....	3
Gambar 2.1 Fitur <i>Geospatial Technology</i> dan Pemanfaatannya.....	19
Gambar 2.2 Informasi Berkaitan Energi Angin dari Contoh Pemanfaatan <i>Geospatial Technology</i>	21
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir	27
Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian.....	33
Gambar 3.3 Alur Pembuatan LKPD	36
Gambar 4.1 Diagram Jumlah Media yang Sering digunakan Guru	46
Gambar 4.2. Kendala Guru dalam Mengaplikasikan Teknologi.....	48
Gambar 4.3 Alur Pembelajaran.....	57
Gambar 4.4 Storyboard Pengembangan E-LKPD	61
Gambar 4.5 <i>Raw Variance Explained by Measure</i> dan <i>Unexplained Variance</i> ...	63
Gambar 4.6 Perbaikan pada Informasi Mengenai <i>Geospatial Technology</i>	65
Gambar 4.7 Perbaikan pada Penjelasan Penyelidikan	66
Gambar 4.8 Perbaikan pada Kerapian Paragraf	67
Gambar 4.9 Perbaikan pada Penjelasan akan Istilah Asing	68
Gambar 4.10 Hasil <i>Output Unidimensionality</i> Validitas Konstruk	72
Gambar 4.11 Hasil <i>Output Unidimensionality</i> Soal Kognitif	75
Gambar 4.12 Hasil <i>Output Unidimensionality</i> Afektif dan Perilaku	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Instrumen Penelitian	101
Lampiran B. Perangkat Penelitian.....	123
Lampiran C. Rekapitulasi Penelitian.....	142
Lampiran D. Administrasi Dan Dokumentasi Penelitian	162

DAFTAR PUSTAKA

- Adaktylou, N. E., Landenberger, R. E., Czajkowski, K. P., Liu, P., Hedley, M. L., & Struble, J. (2018). Using Geospatial Technology to Enhance Science Teaching and Learning: A Case Study for “SATELLITES” Geo-science Program. *International Journal of Environmental & Science Education*, 13(7), 605–621.
- Afifuddin, F., Hakim, L., & Zulfika, D. N. (2022). Perancangan Turbin Valve sebagai Sumber Energi Terbarukan pada Laju Aliran Fluida dalam Pipa. *Seminar Nasional Fakultas Teknik*, 1(1), 233–237. <https://doi.org/10.36815/SEMASTEK.V1I1.40>
- Alsina, Á., & Salgado, M. (2022). Understanding Early Mathematical Modelling: First Steps in the Process of Translation Between Real-world Contexts and Mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(8), 1719–1742. <https://doi.org/10.1007/S10763-021-10232-8>
- Alvarez, G., Núñez-Cortés, R., Solà, I., Sitjà-Rabert, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Fernández, C., & Urrútia, G. (2020). Sample size, study length and inadequate controls were the most common self-acknowledged limitations in manual therapy trials: A methodological review. *Journal of Clinical Epidemiology*, 130, 96–106. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINEPI.2020.10.018>
- Anderson, L., Krathwohl, D., & Bloom, B. (2000). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Anggraini, I. N., Herawati, A., & Rinaldi, R. S. (2022). Sosialisasi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan di SMA Negeri 8 Kota Bengkulu. *Abdi Reksa*, 3(2), 18–22. <https://doi.org/10.33369/ABDIREKSA.V3.I2.18-22>
- Apriliana, L., Ismet, I., & Sriyanti, I. (2022). Analysis of Validation Results of Electronic Student Worksheet Based on Multi Representation of Linear Motion Kinematics Materials. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 10(1), 84. <https://doi.org/10.20527/BIPF.V10I1.12198>
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: RinekaCipta.
- Baker, T. R., Battersby, S., Bednarz, S. W., Bodzin, A. M., Kolvoord, B., Moore, S., & Uttal, D. (2015). A Research Agenda for Geospatial Technologies and Learning. *Journal of Geography*, 114(3), 118–130. <https://doi.org/10.1080/00221341.2014.950684>

- Bodzin, A., Cirucci, L., Kulo, V., Dempsey, C., Anastasio, D., & Sahagian, D. (2012). *Teaching and Learning About Energy Resources with Web GIS*.
- Bodzin, A. M. (2011). The implementation of a geospatial information technology (GIT)-supported land use change curriculum with urban middle school learners to promote spatial thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3), 281–300. <https://doi.org/10.1002/tea.20409>
- Bodzin, A. M., Fu, Q., Pepper, T. E., & Kulo, V. (2013). Developing Energy Literacy in US Middle-Level Students Using the Geospatial Curriculum Approach. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1561–1589. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.769139>
- Boogen, N., Cattaneo, C., Filippini, M., & Obrist, A. (2021). Energy efficiency and the role of energy-related financial literacy: evidence from the European residential sector. *Energy Efficiency*, 14(4). <https://doi.org/10.1007/s12053-021-09945-0>
- Budi, A. S., Sari, S. W., Sanjaya, L. A., Wibowo, F. C., Astra, I. M., Puspa, R. W., & Pertiwi, W. A. (2021). PhET-assisted electronic student worksheets of physics (eSWoP) on heat for inquiry learning during covid. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012030>
- Castañeda-Garza, G., & Valerio-Ureña, G. (2020). Adaptation and Testing of an Instrument to Measure Energy Literacy in Mexico (hlm. 01–08). <https://doi.org/10.17501/24246700.2020.6101>
- Chen, K. L., Huang, S. H., & Liu, S. Y. (2013). Devising a framework for energy education in Taiwan using the analytic hierarchy process. *Energy Policy*, 55, 396–403. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2012.12.025>
- Cholifah, T. N., & Cahyaningsih, A. (2023). Application of the STAD model assisted by media share board to improve the numerical literacy of grade II students at SD Negeri 3 Jambangan Malang. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar*, 7(2), 181–191. <https://doi.org/10.21067/JBPD.V7I2.8902>
- Cox, H., Kelly, K., & Yetter, L. (2014). Using Remote Sensing and Geospatial Technology for Climate Change Education. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 609–620. <https://doi.org/10.5408/13-040.1>
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2019). *Educational Research Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Sixth). United States: Pearson Education.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. United Kingdom: Sage Publications Ltd.

- Damayanti, F. S., Akhsan, H., Yusup, M., & Rahman, N. F. A. (2024). A Analysis of Learners' Needs for Energy Literacy as a Reference for E-Module Development at Waterfall Edupark. *Indonesian Journal of Education Research (IJoER)*, 5(6), 311–315. <https://doi.org/10.37251/ijoer.v5i6.1261>
- de Koff, J. P. (2021). Utilizing teaching technologies for higher education in a post-COVID-19 environment. *Natural Sciences Education*, 50(1). <https://doi.org/10.1002/nse2.20032>
- DeWaters, J. E., Powers, S. E., DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710.
- DeWaters, J., Qaqish, B., Graham, M., & Powers, S. (2013). Designing an energy literacy questionnaire for middle and high school youth. *Journal of Environmental Education*, 44(1), 56–78. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.682615>
- Dolson, J. (2020). The Petroleum Geology of Egypt and History of Exploration, 635–658. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15265-9_16
- Edstrom, J. A. (2013). Comparative analysis of Google Earth versus traditional paper maps in middle school earth science education.
- Erdiwansyah, Mahidin, Husin, H., Nasaruddin, Zaki, M., & Muhibbuddin. (2021). A critical review of the integration of renewable energy sources with various technologies. *Protection and Control of Modern Power Systems*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/S41601-021-00181-3>
- 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. <https://doi.org/10.37478/OPTIKA.V7I1.2777>
- Farghali, M., Osman, A. I., Chen, Z., Abdelhaleem, A., Ihara, I., Mohamed, I. M. A., & Rooney, D. W. (2023). Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable energies in the electricity sector: a review. *Environmental Chemistry Letters* 2023 21:3, 21(3), 1381–1418. <https://doi.org/10.1007/S10311-023-01587-1>
- Goff, D., & Banres-Johnson, J. (2015). *Benefits and Methods of Integrating Geospatial Technology in both Educational and Professional Realms of STEM Education* (Dissertation). University of Wyoming, United States.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/J.SUSOC.2022.05.004>

- Hall-Wallace, M. K., Hall-Wallace, M. K., & McAuliffe, C. M. (2002). Design, Implementation, and Evaluation of GIS-Based Learning Materials in an ... *Journal of Geoscience Education*, 50(1), 5–14.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. But... *Communication Methods and Measures*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Hedley, M. L., Templin, M. A., Czajkowski, K., & Czerniak, C. (2013). The use of geospatial technologies instruction within a student/teacher/scientist partnership: Increasing students' geospatial skills and atmospheric concept knowledge. *Journal of Geoscience Education*, 61(1), 161–169. <https://doi.org/10.5408/11-237.1>
- Henri, M., Johnson, M. D., & Nepal, B. (2017). A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 607–638. <https://doi.org/10.1002/JEE.20180>
- Heryanto Negeri Mekarlaksana, C. S. (2023). *Meningkatkan Kemampuan Siswa Memahami Materi Sumber Energi Melalui Penerapan Problem Based Learning (PBL) (Penelitian Tindakan Kelas Terhadap Siswa Kelas IV SD Negeri Mekarlaksana Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2019/2020)*. *Jurnal Penelitian Guru FKIP Universitas Subang* (Vol. 6).
- Ikhwan, P. N., & Kuntjoro, S. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 597–604. <https://doi.org/10.26740/BIOEDU.V10N3.P597-604>
- Ilmi, N., Sanjaya, L. A., Budi, A. S., Astra, I. M., Puspa, R. W., Dinata, F. A., ... Rasmi, D. P. (2021). Project based learning: Model electric power plants MaS WaWi (biomass, sun, water, and wind) to improve student energy literacy. *THE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION (ICoMSE) 2020: Innovative Research in Science and Mathematics Education in The Disruptive Era*, 2320. <https://doi.org/10.1063/5.0037528>
- Karpudewan, M., Ponniah, J., & Ahmad, A. N. (2015). Project-Based Learning: An Approach to Promote Energy Literacy Among Secondary School Students. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(2), 229–237. <https://doi.org/10.1007/S40299-015-0256-Z>
- Karsli, F., & Şahin, Ç. (2009). *Developing worksheet based on science process skills: Factors affecting solubility*. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 10). Diambil dari

http://www.tufts.edu/as/wright_center/products/sci_olympiad/pslsl_training_hammond.pdf

- Kemendikbudristek. (2018). Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.
- Kemendikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Fisika Fase E-Fase F Untuk SMA/MA/Program Paket C*.
- Kerski, J. J. (2015). Opportunities and Challenges in Using Geospatial Technologies for Education. *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World: Geospatial Practices and Lessons Learned*, 183–194. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_15
- Kholifatul Khoir, A., Arifin, S., & Pristiani, R. (2024). The Application of MATHCITYMAP at SDN Kaweron II to Improve Students' Problem Solving Abilities. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 593–605.
- Khotim Nugraha, A., Rochman, C., Nugraha, A. K., Rochman, C., & Nasrudin, D. (2022). Senior High School Students' Literacy Profile on Energy Conversion Process. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 7(01), 29–33. Diambil dari <http://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/>
- Kulo, V. A., & Bodzin, A. M. (2011). Integrating geospatial technologies in an energy unit. *Journal of Geography*, 110(6), 239–251. <https://doi.org/10.1080/00221341.2011.566344>
- Kulo, V., & Bodzin, A. (2013). The Impact of a Geospatial Technology-Supported Energy Curriculum on Middle School Students' Science Achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 25–36. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9373-0>
- Kurniawan, M., Arap, N., Irawan, A., ... A. F.-J. L., & 2023, undefined. (t.t.). Digitalisasi Pendidikan Berbasis Teknologi Abad 21 (AI, AR, VR, Iot, Blockchain, Drones, Gamification, Machine Learning, Robotics, 3D Printing). *pusdig.my.id*. Diambil dari <https://pusdig.my.id/jld/article/view/374>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/JCP.V3I3.1914>
- Latifah, S., Yuberti, Y., & Penelitian, V. A. (2020). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis hots menggunakan aplikasi lectora inspire. *journal.upgris.ac.id*. Diambil dari <http://journal.upgris.ac.id/index.php/JP2F/article/view/3851>

- Lee, L. S., Lee, Y. F., Altschuld, J. W., & Pan, Y. J. (2015). Energy literacy: Evaluating knowledge, affect, and behavior of students in Taiwan. *Energy Policy*, 76, 98–106. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2014.11.012>
- Li, D., Gong, J., & Shan, J. (2009). Geospatial technology for earth observation. *Geospatial Technology for Earth Observation*, 1–556. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0050-0/COVER>
- Longley, Paul. (2015). *Geographic information science & systems*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Incorporated. Diambil dari <https://www.wiley.com/en-us/Geographic+Information+Science+and+Systems%2C+4th+Edition-p-9781119128458>
- Ma, Q., Duan, Y., & Yao, Z. (2023). Meta-analysis of the impact of geospatial technologies on learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 28(12), 15739–15764. <https://doi.org/10.1007/S10639-023-11712-W/METRICS>
- Maddock, B., & Kriewaldt, J. (2014). Post-Primary Education and Energy Literacy: An Analysis of the Potential for Geography Curricula to Contribute to Australian Students' Energy Literacy. *Geographical Education*, 27, 39–50.
- Maison, M., Haryanto, H., Dwi, M., Ernawati, W., Ningsih, Y., Jannah, N., ... Putra, D. S. (2020). Comparison of Student Attitudes towards Natural Sciences. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(1), 54–61. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i1.20394>
- Martins, A., Madaleno, M., & Dias, M. F. (2019). Energy literacy: Knowledge, affect, and behavior of university members in Portugal. *International Conference on the European Energy Market, EEM, 2019-September*. <https://doi.org/10.1109/EEM.2019.8916458>
- McClurg, P. A., McClurg, P. A., & Buss, A. (2007). Professional Development: Teachers Use of GIS to Enhance Student Learning. *Journal of Geography*, 106(2), 79–87.
- Mukti, F., Connie, C., & Medriati, R. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA Sint Carolus Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(3), 57–63. <https://doi.org/10.33369/JKF.1.3.57-63>
- Mustofa, M., Marijan, K., Rulyansah, A., & Ghufro, S. (2023). Principals' Perceptions Pertaining to the Policy Engagement of Driving Organizations (NGOs) in Advancing Education Quality: Curriculum Reform Study. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4), 4789–4800. <https://doi.org/10.35445/ALISHLAH.V15I4.4631>

- Nabil, Z. F., Efendi, R., & Novia, H. (2024). Analysis of The Need for Using Geospatial Technology in Developing Electronic Student Worksheet. *Ta'dib*, 27(2), 393. <https://doi.org/10.31958/JT.V27I2.13390>
- Nasrudin, D., Rochman, C., & Julianti Diningsih, I. (2024). Developing Biogas Digital Comic for Improving Renewable Energy Literacy. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i8.15572>
- Onkoba, N. O., Karimi, P., & Nyangaresi, P. O. (2023). Design and implementation of a secure mobile phone-based route navigator (mGuide), adapted for the visually challenged people. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s43067-023-00087-0>
- Penić, D., Štambuk, M., Raičević, N., & Vražić, M. (2019). Estimation of required power and energy for bicycle electrification using global positioning system. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 17, 475–479. <https://doi.org/10.24084/repqj17.348>
- Prastowo, A. (2013). *Panduan Interaktif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Putra, E. M. (2024). Analisis Potensi Sungai Buai Pulau Tengah Kerinci Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *CYCLOTRON*, 7(02), 52–59. <https://doi.org/10.30651/CL.V7I02.23414>
- Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A. B. D., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE Access*, 7, 63837–63851. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906402>
- Rahmadita, N., Mubarak, H., & Prahani, B. K. (2021). Profile of Problem-based Learning (PBL) Model Assisted by PhET to Improve Critical Thinking Skills of High School Students in Dynamic Electrical Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(4), 617–624. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.799>
- Ramanamurthy, S. V., Jeejnesh, N. V. V., Teja, M. S. S. S., Sandeep, T., & Reddy, S. (2017). Geospatial Technology. *ACM SIGSPATIAL International Workshop on Advances in Geographic Information Systems*, 767–767. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1_100500
- Ratu, T., Sari, N., Sirajuddin, S., & Erfan, M. (2022). Pelatihan Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbantuan Liveworksheets dalam Upaya Meningkatkan HOTS Calon Guru Fisika. *Jurnal Warta Desa (JWD)*, 4(2), 72–78. <https://doi.org/10.29303/JWD.V4I2.190>
- Rosanti, D., & Nursangaji. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Saintifik untuk Memfasilitasi Kemampuan Problem Solving

- Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 4(4). <https://doi.org/10.26418/JPPK.V4I4.9839>
- Rumahorbo, R. P., & Nursadi, H. (2023). Energi Baru Terbarukan Sumber Daya Air : Manfaat dan Dampaknya terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Darma Agung*, 31(1), 185. <https://doi.org/10.46930/OJSUDA.V31I1.2967>
- Said Tortop, H. (2012). *Awareness and misconceptions of high school students about renewable energy resources and applications: Turkey case. Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies* (Vol. 4).
- Samani, E. R., & Hashemian, M. (2012). The Effect of Conceptual Metaphors on Learning Idioms by L2 Learners. *International Journal of English Linguistics*, 2(1). <https://doi.org/10.5539/ijel.v2n1p249>
- Samosir, P., Rasyid, R., Nomer, F. S., & Christofer, B. (2024). Analisis Statistik Bauran Energi Terbarukan Indonesia Tahun 2015-2022. *Jurnal Mekanik Terapan*, 4(3), 127–137. <https://doi.org/10.32722/JMT.V4I3.5856>
- Samsudin, A., Samsudin, A., Nurliani, R., Kaniawati, I., & Suhandi, A. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis PDEODE*E Tasks pada Konsep Tekanan Hidrostatik. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 4(1), 113–119. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i1.15811>
- Sari, S. Y., Rahim, F. R., Sundari, P. D., & Aulia, F. (2022). The importance of e-books in improving students' skills in physics learning in the 21st century: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012061>
- Sayer, A. (2009). Geography and global warming: Can capitalism be greened? *Area*, 41(3), 350–353. <https://doi.org/10.1111/J.1475-4762.2008.00867.X>
- Sharma, P., Singh, R., & Srivastava, A. (2021). Analyzing the Role of Geospatial Technology in Smart City Development. Dalam *Urban Book Series* (hlm. 1–20). New Delhi: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71945-6_1
- Shihab, S. R., Sultana, N., Samad, A., & Hamza, M. (2023). Educational Technology in Teaching Community: Reviewing the Dimension of Integrating Ed-Tech Tools and Ideas in Classrooms. *Eduvest - Journal Of Universal Studies*, 3(6), 1028–1039. <https://doi.org/10.59188/EDUVEST.V3I6.835>
- Sinaga, P. (2017). *Model Proses Menulis Materi Ajar Sains*. Bandung: Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.

- Sinaga, Parlindungan, Amsor, & Cahyanti, F. D. (2019). Effectiveness of the new generation e-book application for mobile phones in improving the conceptual mastery of kinematics. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(2), 217–232. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2019.098192>
- Sorrell, S. (2010). Energy, Economic Growth and Environmental Sustainability: Five Propositions. *Sustainability 2010*, Vol. 2, Pages 1784-1809, 2(6), 1784–1809. <https://doi.org/10.3390/SU2061784>
- Sovacool, B. K. (2014). Cornucopia or curse? Reviewing the costs and benefits of shale gas hydraulic fracturing (fracking). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 249–264. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2014.04.068>
- Sugiyono, P. D. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial (Edisi Revisi)*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Tjiptono, F., Priyambodo, L., Jaya, A., & Lecturer, S. (2012). *M-Commerce in Indonesia: Problems and Prospects*. *International Journal of Computer Applications & Information Technology* (Vol. I).
- Tran, T. T. (2023). Online-Merge-Offline Model for Distance Learning in English Language Education: A Case Study. *Vietnam Journal of Education*, 215–226. <https://doi.org/10.52296/VJE.2023.251>
- Trautmann, N. M., & MaKinster, J. G. (2010). Flexibly adaptive professional development in support of teaching science with geospatial technology. *Journal of Science Teacher Education*, 21(3), 351–370. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9181-4>
- Triana, N. (2021). *LKPD Berbasis Eksperimen: Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*. Guepedia.
- Trotta, G., Kalmi, P., & Kazukauskas, A. (2017). The role of energy literacy as a component of financial literacy: Survey-based evidence from Finland. In *Heading towards sustainable energy systems: Evolution or revolution? Dalam 15th IAEE European Conference* (hlm. 3–6). Vienna, Austria: International Association for Energy Economics. Diambil dari https://www.eeg.tuwien.ac.at/conference/iaee2017/files/presentation/Pr_381_Trotta_Gianluca.pdf

- Umriani, F., Hairun, Y., & Prawitha Sari, D. (2020). Analysis and Design of Mathematics Student Worksheets Based on PBL Learning Models to Improve Creative Thinking. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7s), 226–237. Diambil dari <https://www.researchgate.net/publication/340650585>
- Usman, M., Suyanta, Pujiyanto, & Huda, K. (2021). Energy Literacy of Junior High School Students in Indonesia: A Preliminary Study. *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*, 541, 609–614. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.210326.088>
- van Manen, N., Scholten, H. J., & van de Velde, R. (2009). Geospatial Technology and the Role of Location in Science. Dalam *GeoJournal Library* (Vol. 96, hlm. 1–13). Springer Science and Business Media B.V. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2620-0_1
- Wahyuddin, Kartika, Roid, F., & Farizi, R. Al. (2022). Edukasi Pemanfaatan Sumber Daya Listrik Energi Terbarukan pada Masyarakat Desa. *Mejuajua: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.52622/MEJUAJUAJABDIMAS.V3I1.87>
- Warsihna, J. (2016). Meningkatkan Literasi Membaca dan Menulis dengan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 4(2), 67–80. <https://doi.org/10.31800/JTP.KW.V4N2.P67--80>
- Widyasari, R., & Nana, D. (2023). Pembahasan Materi Sumber Energi Terbarukan dengan Menggunakan Model POE2WE. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 6(4), 46. <https://doi.org/10.24114/JIAF.V6I4.20742>
- Yamashita, S., Yeo, J., Nakanishi, K., Kojima, K., Igarashi, R., Terasawa, A., & Nomura, J. (2019). Development and Evaluation of Global Positioning System Science Lesson Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics Model in Singapore. *Science Education International*, 30(3), 194–199. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i3.5>
- Yeh, S. C., Huang, J. Y., & Yu, H. C. (2017). Analysis of Energy Literacy and Misconceptions of Junior High Students in Taiwan. *Sustainability 2017*, Vol. 9, Page 423, 9(3), 423. <https://doi.org/10.3390/SU9030423>
- Zahir, N. M., & Sumintono, B. (2017). Perceptions on Influence Tactics among Leaders in the Ministry of Education Malaysia: An Application of the Many Facets Rasch Model (MFRM). Diambil dari <https://ocs.usu.ac.id/ICOPOSDEV/>