

**PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK**

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Fisika



Oleh:

ENTANG

2311859

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

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN
SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh
Entang S.Pd
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, 2007

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

© Entang 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ENTANG

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN *SUSTAINABILITY AWARENESS* PESERTA DIDIK

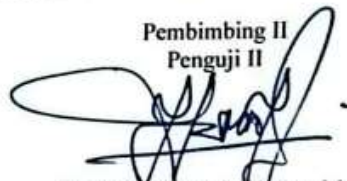
DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH

Pembimbing I
Penguji I



Prof. Dr. Winny Liliawati, M.Si
NIP. 197812182001122001

Pembimbing II
Penguji II



Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si-
NIP. 197703312008121001

Penguji III



Dr. Dadi Rusdiana, M.Si.
NIP. 196810151994031002

Penguji IV



Irma Rahma Suwarna, S.Si., M.Pd., Ph.D.
NIP. 198105032008012015

Mengetahui

Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd
NIP. 198310072008121004

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “*Pengembangan Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Sustainability Awareness Peserta Didik*” beserta seluruh isinya merupakan hasil karya saya sendiri. Saya tidak melakukan tindakan plagiarisme ataupun pengutipan yang bertentangan dengan prinsip dan etika keilmuan yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat pelanggaran terhadap etika akademik atau adanya klaim dari pihak lain terkait orisinalitas karya ini, saya bersedia menerima segala bentuk konsekuensi atau sanksi yang berlaku.

Bandung, Agustus 2025

Yang menyatakan,



Entang

NIM. 2311859

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *“Pengembangan Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Sustainability Awareness Peserta Didik”*. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul praktikum berbasis proyek pada topik Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang dirancang untuk mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21, khususnya keterampilan berpikir kreatif dan kesadaran keberlanjutan (*sustainability awareness*) peserta didik dalam konteks pembelajaran energi terbarukan. Pengembangan modul ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap inovasi pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka serta penguatan profil pelajar Pancasila.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat keterbatasan, baik dalam aspek isi maupun metodologi. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan keilmuan dan praktik pendidikan fisika, maupun bagi semua pihak yang memiliki kepedulian terhadap pengembangan energi terbarukan dan pendidikan berkelanjutan.

Bandung, Agustus 2025

Penulis



Entang

NIM. 2311859

Entang, 2025

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang mana atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul *“Pengembangan Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Sustainability Awareness Peserta Didik”*. Selama proses penulisan tesis, penulis telah memperoleh banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Winny Liliawati, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, saran perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;
2. Dr. Dadi Rusdiana, S.Pd., M.Si., selaku penguji I, Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D. selaku penguji II atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis untuk memperbaiki isi dan kepenulisan tesis.
3. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika, seluruh dosen, dan staf Tata Usaha yang telah memberikan izin dalam menyelesaikan penelitian;
4. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd., Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D, Dr. Ahmad Aminudin, M.Si., Dr. Dadi Rusdiana, S.Pd., M.Si., Duden Saepuzaman, M.Pd., M.Si., Ismu Wahyudi, S.Pd, M.P.Fis., Siti Jamilah, S.Pd., Mutiara Maharani, S.Si., selaku penilai instrumen yang digunakan dalam penelitian;
5. Suami (Ismu Wahyudi, S.Pd, M.P.Fis.), Anak-anak (Kayyisa Elma Yudien, Naufal Rasyid Yudien dan Fadhly El Fathan Yudien), Orang tua (Wastilah, S.Ag), keluarga, dan sahabat yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi dan kasih sayangnya kepada penulis untuk dapat melalui semua proses yang ada;

6. Pihak SMAN 2 Tegineneng, kepala sekolah, guru-guru, serta seluruh peserta didik kelas X dan XI yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian;
7. Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) atas dukungan pendanaan penuh yang telah diberikan selama masa studi.
8. Dinas Pendidikan Provinsi Lampung atas kepercayaan dan izin yang diberikan melalui tugas belajar.
9. Teman-teman seperjuangan MAFIA B yang selalu kompak dalam setiap kegiatan.
10. Teman-teman Magister Pendidikan Fisika angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan dan motivasi untuk penulis;
11. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Semoga apa yang telah diberikan dan dilakukan Bapak, Ibu, dan saudara sekalian mendapat balasan yang berlipat ganda, Aamiin.

Bandung, Agustus 2025

Penulis



Entang

NIM. 2311859

**PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK**

Entang
2311859

Entang^{1*}, Winny Liliawati¹, Judhistira Aria Utama¹
Prodi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

Email: ^{1*)} entang23@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis proyek pada materi energi terbarukan serta menguji kontribusinya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability awareness* peserta didik. Penelitian dilaksanakan pada satu sampel yaitu kelas X di salah satu SMAN di Provinsi Lampung. Modul dikembangkan menggunakan model ADDIE dengan mengintegrasikan sintaks *Project-Based Learning* (PjBL), indikator keterampilan berpikir kreatif Torrance, serta dimensi *sustainability awareness* (ekonomi, sosial, dan lingkungan). Hasil validasi ahli menunjukkan tingkat kevalidan tinggi (Aiken's $V \geq 0,8$), didukung keterbacaan sangat baik dan respon positif peserta didik. Penerapan modul terbukti efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata nilai logit peserta didik dari -1,95 menjadi 1,91, dengan peningkatan terbesar pada indikator *elaboration*. Selain itu, *sustainability awareness* peserta didik juga meningkat signifikan, dengan rata-rata nilai logit naik dari -2,83 menjadi 2,85, serta peningkatan paling tinggi pada dimensi pilar ekonomi. Dengan demikian, modul praktikum PLTS berbasis proyek yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai panduan praktikum, tetapi juga sebagai sarana penguatan keterampilan abad ke-21 dan kesadaran keberlanjutan peserta didik sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: modul praktikum, PLTS, Project-Based Learning, berpikir kreatif, *sustainability awareness*

DEVELOPMENT OF A PROJECT-BASED PLTS PRACTICAL MODULE TO IMPROVE STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS AND SUSTAINABILITY AWARENESS

Entang^{1*}, Winny Liliawati¹, Judhistira Aria Utama¹
Magister of Physics Education Program FPMIPA UPI
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

Email: ^{1*)} entang23@upi.edu

ABSTRACT

This study aims to develop a project-based practicum module on Solar Power Plant (PLTS) in renewable energy topics and to examine its contribution in improving students' creative thinking skills and sustainability awareness. The study was conducted on a single sample, namely grade X students at one senior high school in Lampung Province, Indonesia. The module was developed using the ADDIE model by integrating the syntax of Project-Based Learning (PjBL), Torrance's creative thinking indicators, and the dimensions of sustainability awareness (economic, social, and environmental). Expert validation results indicated a high level of validity (Aiken's $V \geq 0.8$), supported by excellent readability and positive student responses. The implementation of the module was proven effective in enhancing creative thinking skills, as indicated by an increase in students' mean logit scores from -1.95 to 1.91, with the highest improvement in the *elaboration* indicator. Furthermore, students' sustainability awareness also showed a significant increase, with the average logit rising from -2.83 to 2.85, with the highest improvement in the economic dimension. Thus, the developed project-based PLTS practicum module not only serves as a practicum guide but also as a medium for strengthening 21st-century skills and students' sustainability awareness in line with the goals of the Merdeka Curriculum.

Keywords: practicum module, solar power plant, Project-Based Learning, creative thinking, sustainability awareness.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian.....	9
1.4. Pertanyaan Penelitian	9
1.5. Definisi Operasional.....	10
1.5.1. Karakteristik Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek.....	10
1.5.2. Keterampilan Berpikir Kreatif.	10
1.5.3. <i>Sustainability Awareness</i>	11
1.6. Manfaat Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1. Modul Praktikum.....	2
2.2. Pembelajaran Berbasis Proyek (<i>Project-Based Learning</i>).....	14
2.3. Keterampilan Berpikir Kreatif.....	17
2.4. <i>Sustainability Awareness</i>	19
2.5. Energi Terbarukan	23
2.5.1 Energi Surya	24
2.5.2 Energi Angin.....	24
2.5.3 Energi Air.....	25

2.5.4	Energi Panas Bumi.....	26
2.6.	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	29
2.6.1.	Prinsip Kerja PLTS.....	30
2.6.2.	Proses Konversi Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik	34
2.6.3.	Komponen Utama PLTS	36
2.6.4.	Jenis-jenis PLTS Berdasarkan Sistemnya	37
2.6.5.	PLTS di Desa Trimulyo	39
2.7.	Penelitian Relavan	40
2.8.	Kerangka Pikir.....	42
BAB III	METODE PENELITIAN.....	45
3.1	Metode Penelitian.....	45
3.2	Populasi dan Sampel Penelitian	45
3.3	Instrumen Penelitian.....	45
3.3.1	Lembar Validasi Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek	45
3.3.2	Lembar Uji Keterbacaan Modul	46
3.3.3	Lembar Angket Respon Peserta Didik.....	46
3.3.4	Lembar Validasi Keterampilan Berpikir Kreatif	46
3.3.5	Instrumen Tes Uraian Keterampilan Berpikir Kreatif.....	46
3.3.6	Lembar Validasi Sustainability Awareness.....	47
3.3.7	Instrumen Tes Uraian Sustainability Awareness	47
3.4	Prosedur Penelitian.....	48
3.4.1	<i>Analysis</i> (Analisis)	49
3.4.2	<i>Design</i> (Desain).....	49
3.4.3	<i>Development</i> (Pengembangan).....	50
3.4.4	<i>Implementation</i> (Implementasi)	51
3.4.5	<i>Evaluation</i> (Evaluasi)	52
3.5	Hasil Validasi dan Reliabilitas Instrumen	53
3.5.1.	Validitas dan Reliabilitas Instrumen Keterampilan Berpikir Kreatif.....	53
3.5.2.	Validitas Instrumen <i>Sustainability Awareness</i>	62
3.6	Analisis Data.....	73

3.6.1	Analisis Karakteristik Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek	73
3.6.2	Analisis Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability Awareness</i>	76
BAB IV HASIL PENELITIAN		45
4.1.	Karakteristik Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek	45
4.1.1.	<i>Analysis</i> (Analisis)	45
4.1.2.	<i>Design</i> (Perancangan).....	82
4.1.3.	<i>Development</i> (Pengembangan).....	88
4.1.4.	<i>Implementation</i> (Implementasi)	91
4.2.	Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik	92
4.2.1	Teknik Analisis <i>Stacking</i>	93
4.2.2	Teknik Analisis <i>Racking</i>	100
4.3.	Peningkatan <i>Sustainability Awareness</i> peserta didik	104
4.3.1	Teknik Analisis <i>Stacking</i>	104
4.3.2	Teknik Analisis <i>Racking</i>	110
BAB V PEMBAHASAN		45
5.1.	Karakteristik Modul Praktikum Berbasis Proyek.....	45
5.2.	Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif	120
5.3.	Peningkatan <i>Sustainability Awareness</i>	125
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....		45
6.1	Simpulan.....	45
6.2	Saran	134
DAFTAR PUSTAKA		135
LAMPIRAN		142

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator TTCT	18
Tabel 2. 2 Indikator Kreativitas 4P	19
Tabel 2. 3 Capaian Pembelajaran Fase E	27
Tabel 3. 1 Instrumen Penelitian	45
Tabel 3. 2 Hasil Validasi Ahli Instrumen Keterampilan Berpikir Kreatif	53
Tabel 3. 3 Kategori Nilai Item Dimensionalit.....	54
Tabel 3. 4 Kriteria Kesesuaian Butir Soal.....	55
Tabel 3. 5 Interpretasi Kesesuaian Butir Soal	56
Tabel 3. 6 Hasil Validasi Empiris Butir Pada Soal Tes	57
Tabel 3. 7 Interpretasi Nilai Person Reliability dan Item Reliability	58
Tabel 3. 8 Interpretasi Uji Reliabilitas Berdasarkan Nilai <i>Cronbach Alpha</i> (α) ..	59
Tabel 3. 9 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	61
Tabel 3. 10 Sebaran Tingkat Kesukaran Butir Soal Tes	62
Tabel 3. 11 Hasil Validasi Ahli Instrumen <i>Sustainability Awareness</i>	63
Tabel 3. 12 Kategori Nilai Item <i>Dimensionality Sustainability Awareness</i>	64
Tabel 3. 13 Kriteria Kesesuaian Butir Soal <i>Sustainability Awareness</i>	65
Tabel 3. 14 Interpretasi Kesesuaian Butir Soal <i>Sustainability Awareness</i>	65
Tabel 3. 15 Hasil Validasi Empiris Butir Pada Soal Tes <i>Sustainability Awareness</i>	66
Tabel 3. 16 Interpretasi Nilai Person Reliability dan Item Reliability <i>Sustainability Awareness</i>	69
Tabel 3. 17 Interpretasi Uji Reliabilitas Berdasarkan	69
Tabel 3. 18 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	71
Tabel 3. 19 Sebaran Tingkat Kesukaran Butir Soal Tes <i>Sustainability Awareness</i>	73
Tabel 3. 20 Kriteria hasil analisis uji keterbacaan	75
Tabel 4. 1 Capaian Pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran dan Indikator Tujuan Pembelajaran	78
Tabel 4. 2 Tujuan Penyusunan Materi dan Kegiatan Proyek.....	87
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek	88
Tabel 4. 4 Hasil Uji Keterbacaan Modul	89
Tabel 4. 5 Perbaikan Modul Berdasarkan Revisi Validator Perbaikan Modul	90
Tabel 4. 6 Perbaikan Modul berdasarkan Uji Keterbacaan Peserta didik.....	90
Tabel 4. 7 Ukuran Perubahan Logit Keterampilan Berpikir Kreatif.....	93
Tabel 4. 8 Kategori Pengelompokan Tingkat Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik	96

Tabel 4. 9 Distribusi Peserta Didik dalam Kategori Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Berdasarkan Nilai Logit	97
Tabel 4. 10 Ukuran Perubahan Nilai Logit Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	103
Tabel 4. 11 Ukuran Perubahan Logit <i>Sustainability Awareness</i>	105
Tabel 4. 12 Kategori Pengelompokan Tingkat <i>Sustainability Awareness</i> Peserta Didik.....	108
Tabel 4. 13 Distribusi Peserta Didik dalam Kategori Peningkatan <i>Sustainability Awareness</i> Berdasarkan Nilai Logit.....	109
Tabel 4. 14 Ukuran Perubahan Nilai Logit Indikator <i>sustainability awareness</i> .	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi konsep sustainability awareness	21
Gambar 2. 2 Instalasi Panel Surya Yang Dipasang Di Area Terbuka	24
Gambar 2. 3 Sidrap Kabupaten Sidenreng, Rappang, Sulawesi Selatan	25
Gambar 2. 4 PLTA Saguling, Salah Satu Dari 10 PLTA Terbesar Di Indonesia ..	26
Gambar 2. 5 PLTP Kamojang, Garut, Jawa Barat	26
Gambar 2. 6 Efek Fotovoltaik	31
Gambar 2. 7 Struktur Sel Surya	32
Gambar 2. 8 Kerangka Pikir	43
Gambar 3. 1 Diagram Alur ADDIE	48
Gambar 3. 2 Output MINISTEP item dimensionality instrumen tes	54
Gambar 3. 3 <i>Output MINISTEP Item Fit Order</i> Instrumen Tes	56
Gambar 3. 4 <i>Output MINISTEP Summary Statistic</i> Instrumen Tes	59
Gambar 3. 5 Output MINISTEP Item Measure Instrumen Tes	62
Gambar 3. 6 <i>Output MINISTEP Item Dimensionality</i> Instrumen Tes <i>Sustainability Awareness</i>	64
Gambar 3. 7 <i>Output MINISTEP Item Fit Order</i> Instrumen Tes <i>Sustainability Awareness</i>	66
Gambar 3. 8 Output MINISTEP summary statistic instrumen tes <i>Sustainability Awareness</i>	70
Gambar 3. 9 Output MINISTEP Item Measure Instrumen Tes <i>Sustainability Awareness</i>	72
Gambar 4. 1 Kerangka modul praktikum PLTS berbasis proyek	83
Gambar 4. 2 Struktur dan Komponen Modul	84
Gambar 4. 3 Contoh Materi yang Terdapat pada Modul	85
Gambar 4. 4 Tampilan salah satu langkah pembelajaran berbasis proyek	86
Gambar 4. 5 Respon peserta didik terhadap modul praktikum PLTS berbasis proyek	92
Gambar 4. 6 Grafik Peningkatan Logit keterampilan berpikir kreatif	94
Gambar 4. 7 Pemetaan pergeseran keterampilan berpikir kreatif peserta didik (Analisis <i>Wright-Map</i> dengan <i>Rasch Model</i>)	95
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Tingkat Keterampilan Berpikir Kreatif <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	98
Gambar 4. 9 Persentase Penilaian Kinerja Kreatif Peserta Didik	99
Gambar 4. 10 Persentase Penilaian Produk Kreatif Peserta Didik	100
Gambar 4. 11 <i>Wright Map</i> Perubahan Tingkat Kesulitan Item Keterampilan Berpikir Kreatif	101

Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Tingkat Kesulitan Butir Soal Setiap Indikator	102
Gambar 4. 13 Grafik Peningkatan Logit <i>Sustainability Awareness</i>	106
Gambar 4. 14 Pemetaan Pergeseran <i>Sustainability Awareness</i> Peserta Didik (Analisis <i>Wright-Map</i> dengan <i>Rasch Model</i>).....	107
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Tingkat <i>Sustainability Awareness Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	110
Gambar 4. 16 Wright Map Perubahan Tingkat Kesulitan Item <i>Sustainability Awareness</i>	111
Gambar 4. 17 (a) Grafik Perbandingan Tingkat Kesulitan Butir Soal <i>Sustainability Awareness pretest</i> dan <i>posttest</i> pada Aspek Pengetahuan, (b) Aspek Sikap, (c) Aspek Perilaku	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. 1 Keterlaksanaan Pembelajaran	144
Lampiran A. 2 Instrumen <i>pretes</i> dan <i>posttes</i> keterampilan berpikir kreatif	149
Lampiran A. 3 Instrumen <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Sustainability Awareness</i>	150
Lampiran A. 4 Angket Respon Peserta Didik	152
Lampiran A. 5 Lembar Keterbacaan Modul	153
Lampiran A. 6 Instrumen Validasi Ahli.....	160
Lampiran B. 1 Hasil Uji Keterbacaan Modul	185
Lampiran B. 2 Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	186
Lampiran B. 3 Hasil angket persepsi peserta didik terkait penggunaan modul praktikum berbasis proyek	190
Lampiran C. 1 Pengolahan Data <i>Stacking</i> Keterampilan Berpikir Kreatif	194
Lampiran C. 2 Pengolahan Data <i>Racking</i> Keterampilan Berpikir Kreatif.....	198
Lampiran C. 3 Pengolahan Data <i>Stacking Sustainability Awareness</i>	199
Lampiran C. 4 Pengolahan Data <i>Racking Sustainability Awareness</i>	202
Lampiran D. 1 Dokumentasi Surat Pengantar Penelitian.....	204
Lampiran D. 2 Dokumentasi Surat Telah Melakukan Penelitian	205
Lampiran D. 3 Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	206

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Manab Idris, Nugroho Adi Sasongko, Y. D. K. (2022). Teknologi Konversi Dan Konservasi Energy Dalam Menghadapi Kondisi Nol Emisi Bersih Dan Mendukung Pertahanan Nasional. *Tren Energi Terbarukan*, 8(1), 49–66.
- Agustine, Amalia Cahyaning Wulan, B. Y. (2024). KELAYAKAN LKPD BERBASIS PjBL UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF PADA MATERI HIDROKARBON. *Journal Of Chamical UNESA*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/ujced.v13n3.p179-191>
- Arends, R. I., & Kilcher, A. (2010). Teaching for student learning: Becoming an accomplished teacher. In *Teaching for Student Learning: Becoming an Accomplished Teacher*. <https://doi.org/10.4324/9780203866771>
- Arinal Djunaidi, S. Y. L. (2020). *ubernur Arinal Dampingi Menteri Pertanian Resmikan Irigasi Pompa Tenaga Surya di Desa Trimulyo Tegineneng, Kabupaten Pesawaran*. Biro Administrasi Pemprop Lampung.
- Bell, S. (2010a). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. 5.
- Bell, S. (2010b). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Berglund, T., Gericke, N., Boeve, J., & Olsson, D. (2019). A cross - cultural comparative study of sustainability consciousness between students in Taiwan and Sweden. *Environment, Development and Sustainability*, 162. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00478-2>
- Branch, R. M. (2010). *Instructional design: The ADDIE approach*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Second Edition. In *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Second Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Dkk, R. M. (2024). PROJECT BASED LEARNING SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN YANG EFEKTIF UNTUK MENINGKATKAN CREATIVE THINKING SISWA SEKOLAH DASAR. *Jurnal Handayani*, 15(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/jh.v15i2.64334>
- ESDM RI, K. (2024). *Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT*.
- Farhatun Haya, D. (2025). Meningkatkan Kesadaran Siswa SD tentang Pentingnya Konservasi Alam dan Lingkungan. *Journal Arimsi Pentagon*,

Entang, 2025

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.62383/pentagon.v3i2.498>

Fatimah, A. (2017). *Pengembangan Komponen Instrumen Terpadu (KIT) Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya*.
[http://repository.unj.ac.id/id/eprint/25722%0Ahttp://repository.unj.ac.id/25722/1/3215126537-AINI FATIMAH.pdf](http://repository.unj.ac.id/id/eprint/25722%0Ahttp://repository.unj.ac.id/25722/1/3215126537-AINI%20FATIMAH.pdf)

Fatmawati. (2022). Kreativitas dan Intelegensi Fatmawati. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(5), 189.
<https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/6562>

Firmansyah, R., Marlina, L., & Dwikoranto, D. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning pada Materi Energi dan Perubahannya untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa di SMKN 1 Kertosono. *PENDIPA Journal of Science Education*, 7(1), 80–86.
<https://doi.org/10.33369/pendipa.7.1.80-86>

Furmanti, T., & Hasan, R. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir Kritis , Motivasi dan Keaktifan Siswa di SMP N 5 Seluma. *Seminar Nasional Sains Dan Enterpreneurship Vi Tahun 2019*, 1–9.

Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(1), 35–49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>

Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, Today and Tomorrow. *Creative Behavior*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002.x>

Gumanti, G., Roza, Y., & Murni, A. (2024). Pengembangan Modul Ajar dengan Menggunakan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kecakapan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 542–551.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.3001>

Habibaturrohman, Z. (2024). *PENGARUH PEMBELAJARAN PjBL-STEM TERINTEGRASI ESD PADA CLIMATE ACTION GOAL TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY CONSCIOUSNESS SISWA*. Universitas Pendidikan Indonesia.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
<https://doi.org/10.1002/sce.10106>

Howell, R. A. (2021). Engaging students in education for sustainable development: The benefits of active learning, reflective practices and flipped classroom pedagogies. *Journal of Cleaner Production*, 325.

Entang, 2025

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129318>

IEA. (2020). *World Energy Outlook 2020*. 2050(October), 213–250.

https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2020_557a761b-en

Ilyas, A., Wijaya, M., & Danial, M. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Untuk Meningkatkan Life Skills Peserta Didik Kelas Xi Ipa Sma Negeri 18 Bone (Studi Pada Materi Pokok Koloid. *Chemistry Education Review (CER)*, 2(2), 16.

<https://doi.org/10.26858/cer.v2i2.8721>

IRENA. (2020). Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050. In *International Renewable Energy Agency*.

<https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>

Irmayati Irmayati, Rochmiyati Rochmiyati, chandra E. (2017). Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Kreatif dalam Pembelajaran Tematik Terpadu Dengan Pendekatan PBL. *Pendidikan Dasar*, 5(18).

<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/pedagogi.v5i18.14175>

Istiqomah, I., Aziz, A. A., Rizal, A., Bahrudin, M. F., Sundawa, N. W., Isnaini, A. N., Hanafi, M. I., & Patriananda, T. (2024). Edukasi energi hijau: pengadaan lampu jalan berbasis panel surya di Sekolah Alam Gaharu sebagai media pembelajaran. *KACANEGARA Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(4), 481. <https://doi.org/10.28989/kacanegara.v7i4.2317>

Kananda, K. (2017). Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung: Studi Kasus Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Menuju Smart Campus. *J. of Science and Applica. Technol.*, 1(2), 75–81.

Kemendikbudristek. (2022). *Pembelajaran dan Asesmen*.

Kemendikbudristek. (2023). Literasi Membaca, Peringkat Indonesia di PISA 2022. *Laporan Pisa Kemendikbudristek*, 1–25.

Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260.

<https://doi.org/10.1080/13504620220145401>

KURNIAWAN, MUHAMMAD ALDINO and Sidik, M. A. B. (2022). *DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERKAPASITAS 6750 WP DI GEDUNG PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA*. UNIVERSITAS SRIWIJAYA.

Kusmantoro, A.-, & Farikhah, I. (2022). Socialization and Training of Solar

Entang, 2025

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Power Generation (PLTS) at SD Negeri Tambakharjo Semarang. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 22(1), 37–50.
<https://doi.org/10.21580/dms.2022.221.11949>
- LESTARI, W. Y., RATNA, A. S. ., & ANWAR, S. N. (2025). PENILAIAN KETERAMPILAN KREATIVITAS PRODUK DALAM PENYUSUNAN PUZZLE MAHASISWA PGSD. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i2.4243>
- Lestari, D. A. (2023). *PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS STEM DENGAN SELF-REGULATED LEARNING UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lukman-Abdul-Rauf-Laliyo. (2021). *Mendiagnosis Sifat Perubahan Konseptual Siswa* (1st ed.). CV Budi Utama.
- Muslim, M., Ariska, M., Sriwijaya, U., Dasar, E., & Konsep, P. (2020). *Pengembangan Modul Praktikum Elektronika Dasar*. 7(2), 111–117.
- Mustofa, A., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Proyek Berdasarkan Analisis Lintas Karakter Agronomi dan Morfologi Kedelai untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(1), 24.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i1.14373>
- Nadia Pertiwi, Hidayati, Hufri, W. S. D. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Project Based Learning (PjBL) pada Materi Alat Optik Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2).
- Nadila, A. D., & Lestari, O. (2025). *Pengalaman Siswa dalam Mengikuti Pembelajaran Proyek (Project-Based Learning) pada Kurikulum Merdeka Indonesia melalui Kurikulum Merdeka*. 04(02).
- Nikmah, E. N., Segara, N. B., Niswatin, N., & Imron, A. (2023). Penilaian Kreativitas Siswa Melalui Produk Infografis Dalam Project Based Learning. *Dialektika*, 3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/penips.v3i2.55267>
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81.
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>
- Nurazizah, W. E. (2024). *PENGARUH PROJECT-BASED LEARNING BERMUATAN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN KETERAMPILAN PENGAMBILAN*

KEPUTUSAN PADA MATERI BIOTEKNOLOGI (Issue February).
Universitas Pendidikan Indonesia.

Nursaya'bani, K. K., Iskandar, S., & Falasifah, F. (2025). Strategi Pengembangan Pembelajaran Abad Ke-21: Mengintegrasikan Kreativitas, Kolaborasi, dan Teknologi. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 8(1), 109–116.

Ragil Nazar, E., Nasir, N., Bagea, I., & Abubakar. (2024). Peluang dan Tantangan Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar: Sebuah Studi Interview di Sekolah Penggerak dan Mandiri Berubah. *Kelola: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(1), 18–31. <https://doi.org/10.24246/j.jk.2024.v11.i1.p18-31>

Ramasubramanian, B., & Ramakrishna, S. (2023). What's next for the Sustainable Development Goals? Synergy and trade-offs in affordable and clean energy (SDG 7). *Sustainable Earth Reviews*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s42055-023-00069-0>

REN21. (2024). Renewables 2024 Global Status Report – Renewables in Energy Supply. In *Renewable Energy* (Issue Maio).

Rhodes, J. M. (1976). American educational scientist, assistant professor of education and creativity researcher who was the originator of the pioneering concept of the 4 “P”s of creativity. *Wikipedia*.

Rinia Surya Nita, & Irwandi. (2021). *Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Model Project Based Learning (PjBL)*. 4(1), 6.

Rizki, I. A., Hariyono, E., Suprpto, N., Dawana, I. R., & Shobah, N. (2024). Renewable Energy Learning Project in Physics Classroom: Achieving Education for Sustainable Development. *TEM Journal*, 13(2), 1452–1460. <https://doi.org/10.18421/TEM132-59>

Rizki Yanti Rahayu, S. M. (2019). PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KINERJA UNTUK MENGUKUR KEMAMPUAN KREATIVITAS SISWA PADA KOMPETENSI DASAR MEMBUAT KONSEP DESAIN DAN KEMASAN PRODUK. *EDUFORTECH*, 4(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/edufortech.v4i2.19398>

Sari, P. M. (2024). Science Literacy Skills for Srijaya Negara Junior High School Students in Palembang. In P. R.I.I., H. null, B. R., T. K., S. M., M. null, & K. D. (Eds.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3052, Issue 1). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/5.0201011>

Septiani, E. (2020). Education for Sustainable Development (ESD) Berbasis Perubahan Iklim dalam Pendidikan IPS. *Prosiding Seminar Nasional FISIP UNNES*, 16–28. <https://proceeding.unnes.ac.id/psnf/article/view/2912>

Setiawan, H., Kusnadi, K., Koosbandiah, H., & Riandi, R. (2023). *Gender Differences and The Correlation of Environmental Knowledge with*

Entang, 2025

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM PLTS BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PESERTA DIDIK
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sustainability Awareness After ESD-PjBL Implementation. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 9(3), 371–386.

- Sinta, M., Sakdiah, H., Novita, N., Ginting, F. W., & Syafrizal, S. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Hukum Gravitasi Newton di MAS Jabal Nur. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(3), 24. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.14546>
- Sterling. (2018). The Sustainable University. *The Sustainable University*, June. <https://doi.org/10.1353/book.47871>
- Sudarmanto, M. N. M. W. D. Y. A. (2017). PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM BERBASIS MULTIMEDIA INTERAKTIF PADA PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DASAR I MATERI DIODA II MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA UIN WALISONGO TAHUN 2015. *PHENOMENON*. <https://doi.org/https://doi.org/10.21580/phen.2017.7.1.1496>
- Sugiyono. (2016). *No Title Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sulistiyono, E., Mahanal, S., & Saptasari, M. (2017). Peningkatan Keretampilan berpikir kreatif dan hasil belajar kognitif melalui pembelajarn biologi berbasis speed reading-mind mapping (SR-MM). *Jurnal Pendidikan*, 2, 1226–1230.
- Sutiono, Y. (2022). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATERI ENERGI DAN DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN PROJECT BASED LEARNING TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF DAN KEYAKINAN DIRI PESERTA DIDIK SMP. *Natural Science Education, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin*,. <https://orcid.org/0000-0003-3663-4163>
- Torrance, E. P. (1966). Torrance tests of creative thinking. *APA PsycNet Direct*.
- TRibully, D. (2011). Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning' Paris: *UNESCO*.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: L. for life in our times. J.-B. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. <https://Psycnet.Apa.Org/>. <https://psycnet.apa.org/record/2009-18745-000>
- UNESCO. (2018). Issues and trends in education for sustainable development. In *Issues and trends in education for sustainable development*. <https://doi.org/10.54675/yelo2332>
- Widhiarso, B. S. & W. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial* (1st ed.). Trim Komunikata Publishing House.

- Widiastuti, N. L. G. K. (2022). *Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Kontekstual pada Muatan Pelajaran IPA*. 5(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jippg.v5i1.45530>
- Widyawati, L. (2022). Pembelajaran Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Penguatan Profil Pelajar Pancasila Ketrampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas II Sekolah Dasar. *SHEs: Conference Series*, 5(5), 1317–1322. <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Yulianti, K., & Kaniawati, I. (2022). Implementation of STEM-Based Learning in the Context of ESD in Equipping Students' Problem Solving Ability. In S. A., H. L., Y. G., I. M., K. Y.F., S. A.S., & R. L. (Eds.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2468). American Institute of Physics Inc.
<https://doi.org/10.1063/5.0102426>