

**PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN LABORATORIUM VIRTUAL
UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KREATIVITAS SISWA PADA MATERI USAHA DAN ENERGI**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika



oleh

Jihan Miftahul Azmi

NIM 1705137

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

**PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN LABORATORIUM VIRTUAL
UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KREATIVITAS SISWA PADA MATERI USAHA DAN ENERGI**

SKRIPSI

Oleh
Jihan Miftahul Azmi

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Jihan Miftahul Azmi 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2022

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

LEMBAR PENGESAHAN

JIHAN MIFTAHUL AZMI

1705137

**PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN LABORATORIUM VIRTUAL
UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KREATIVITAS SISWA PADA MATERI USAHA DAN ENERGI**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

NIP. 196807031992032001

Pembimbing II



Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.

NIP. 198105032008012015

Mengetahui,

Ketua Prodi Pendidikan Fisika FPMIPA UPI



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.

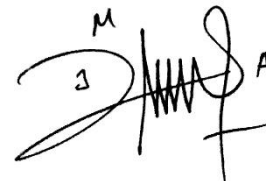
NIP. 198310072008121004

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kreativitas Siswa pada Materi Usaha dan Energi" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2022

Yang Membuat Pernyataan

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'J' on the left and a smaller 'A' on the right, with a vertical line extending downwards from the 'A'.

Jihan Miftahul Azmi

NIM. 1705137

KATA PENGANTAR

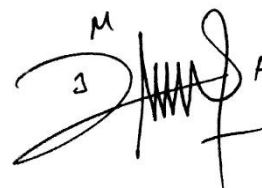
Segala puji hanya milik Allah SWT, yang telah memberikan kepada penulis berupa rahmat, karunia, kesempatan, dan kekuasaan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kreativitas Siswa pada Materi Usaha dan Energi”. Sholawat selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad saw. juga kepada keluarga dan para sahabatnya. Semoga kita bisa mendapatkan syafaat darinya atas izin Allah SWT.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis mengakui banyak sekali kekurangan dan kesalahan selama penyusunan skripsi, serta mengakui pada skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan penulis, serta penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat berkembang menjadi lebih baik lagi. Terima kasih dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Aamiin.

Bandung, Januari 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'M' on the left and a smaller 'A' on the right, with a central vertical stroke and horizontal lines.

Jihan Miftahul Azmi

NIM. 1705137

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penyusunan skripsi ini, penulis tidak bekerja sendiri, melainkan banyak sekali mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik bersifat moral maupun materiil. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak di bawah atas segala bantuan dan dukungannya.

1. Allah SWT atas segala rahmat, kasih sayang, dan cinta-Nya, sehingga penulis selalu diberikan kesehatan dan ketegaran dalam menghadapi berbagai rintangan kehidupan dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah Sutoyo dan Ibu Farid Diana, S.Pd., selaku orang tua terhebat yang penulis cintai dan banggakan yang dengan penuh kesabaran dan keikhlasannya tanpa lelah dan tiada hentinya selalu memberikan doa, kasih sayang, cinta, dukungan, semangat, motivasi, dan nasihat kepada penulis di segala kondisi.
3. Zahra Mufidah, selaku adik tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan bantuan kepada penulis di segala kondisi.
4. Ibu Dr. Ida Kaniawati, M.Si., selaku dosen Pembimbing I sekaligus dosen Pembimbing Akademik (PA) dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam membantu, membimbing, mengarahkan, memotivasi, serta memberikan saran dan nasihat kepada penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D., selaku dosen Pembimbing II dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam membantu, membimbing, mengarahkan, memotivasi, serta memberikan saran dan nasihat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Unang Purwana, M.Pd., Bapak Drs. Dedi Sasmita, M.Si., dan Ibu Dra. Hera Novia, M.T., selaku validator ahli yang telah membantu dalam memberikan saran dan melakukan validasi terhadap salah satu instrumen penelitian penulis.
7. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI atas ilmu, pelayanan, dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
8. Ibu Firdha Kustini, S.Pd. dan Ibu Hj. Yusnim, S.Pd., selaku guru di salah satu SMA Negeri kota Bandung yang selalu memberikan doa, bantuan, dukungan,

dan bimbingan kepada penulis selama melakukan kegiatan PPLSP UPI dan penelitian di sekolah tersebut.

9. Putri Ramadhanti Aisyah Fitri, Nur Zia Ilfani, Syahni Salsabila, Dafa Auda Fasha, Faizal Aripin, Arlingga Yusuf Fadilla, Maurizka Chairunnissa, Vira Dienul Islamiyyah, Frilda Alfi Fadilla, Ani Bondowati, Dewi Ratna Aprianti, Maulina Nurriska Setiawati, Novia Wulandari, Diah Ayu Ratna Wulan, Silvanti Fitria Anggraeni, Tiara Riyadi Eka Putri, Tia Kuraesin, Rana Mulyana, Muhamad Nur Dandy, Muhammad Alimahdi, Athif Naufal Mufid, dan Adi Perwira, selaku sahabat tercinta yang selalu memberikan warna, dukungan, bantuan, energi positif, dan pembelajaran hidup semasa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini, serta selalu menjadi tempat berkeluh kesah penulis.
10. Wadidaw 17, selaku rekan-rekan seperjuangan Pendidikan Fisika Angkatan 2017 tercinta yang selalu kebersamai serta memberikan semangat dan pembelajaran hidup yang berharga dari awal hingga akhir perkuliahan ini.
11. Penguin (Pengurus Inti) HMF Periode 2019 dan elemen HMF FPMIPA UPI lainnya yang telah memberikan penulis banyak pengalaman dan pembelajaran dalam berorganisasi semasa perkuliahan.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan semangat baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulis menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.

Akhir kata, terima kasih dan semoga Allah SWT membalas atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, Aamiin.

Bandung, Januari 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'M' on the left and a smaller 'A' on the right, with a series of vertical strokes in between.

Jihan Miftahul Azmi

NIM. 1705137

**PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN LABORATORIUM VIRTUAL
UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN
KREATIVITAS SISWA PADA MATERI USAHA DAN ENERGI**

JIHAN MIFTAHUL AZMI

1705137

Pembimbing 1 : Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

Pembimbing 2 : Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan dengan sampel 30 siswa kelas X pada salah satu SMA Negeri di kota Bandung ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan penguasaan konsep siswa, menganalisis profil kreativitas siswa, dan mengidentifikasi tanggapan siswa terhadap pembelajaran STEM berbantuan laboratorium virtual pada materi usaha dan energi. Penelitian ini menggunakan metode *Mixed Methods* dengan desain penelitian *Sequential Explanatory*. Penguasaan konsep siswa diukur menggunakan instrumen tes (awal dan akhir) penguasaan konsep yang berbentuk pilihan ganda berjumlah 10 butir soal. Peningkatan penguasaan konsep pada materi usaha dan energi saat diterapkan pembelajaran STEM berbantuan laboratorium virtual menunjukkan hasil dalam kategori sedang dengan nilai N-gain Score sebesar 0,597 atau dalam persentase (nilai N-gain Persen) sebesar 59,7%. Kreativitas siswa diukur berdasarkan proses kreativitas dan produk kreativitas. Profil kreativitas siswa saat diterapkan pembelajaran STEM berbantuan laboratorium virtual pada materi usaha dan energi adalah kreatif (3,15 atau 78,75%) dengan skor 3,20 untuk aspek *fluency*; 3,10 untuk aspek *flexibility*; 3,00 untuk aspek *originality*; dan 3,30 untuk aspek *elaboration*. Simpulan dalam penelitian ini adalah dengan pembelajaran STEM berbantuan laboratorium virtual pada materi usaha dan energi dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa, dan profil kreativitas siswa adalah kreatif.

Kata kunci: Pembelajaran, Pendekatan STEM, Laboratorium Virtual, Penguasaan Konsep, Kreativitas

**STEM LEARNING ASSISTED BY VIRTUAL LABORATORY TO
IMPROVE STUDENTS' CONCEPT MASTERY AND CREATIVITY ON
WORK AND ENERGY MATERIALS**

JIHAN MIFTAHUL AZMI

1705137

Advisor 1 : Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

Advisor 2 : Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.

ABSTRACT

The research, conducted with a sample of thirty tenth-grade students at one of the public high schools in Bandung, aims to analyze the improvement of students' concept mastery, analyze the profile of students' creativity, and identify students' responses to STEM learning assisted by the virtual laboratory on work and energy materials. This research uses Mixed Methods with Sequential Explanatory research design. Students' concept mastery is measured using a test instrument (beginning and end) in multiple choices totaling ten questions. When applied to STEM learning assisted by a virtual laboratory, the increased concept mastery in work and energy showed results in the medium category with an N-gain score of 0,597 or a percentage (N-gain Percentage value) of 59,7%. Students' creativity is measured based on the creative process and creative products. The profile of students' creativity when applied STEM learning assisted by the virtual laboratory on work and energy materials is creative (3,15 or 78,75%) with a score of 3,20 for the fluency aspect; 3,10 for the flexibility aspect; 3,00 for the originality aspect; and 3,30 for the elaboration aspect. This research concludes that STEM learning assisted by a virtual laboratory on work and energy materials can increase students' concept mastery, and the profile of students' creativity is creative.

Keywords: Learning, STEM Approach, Virtual Laboratory, Concept Mastery, Creativity

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian	4
1.4.1 Manfaat/Signifikansi Teoritis	4
1.4.2 Manfaat/Signifikansi Praktis	4
1.5 Definisi Operasional	5
1.5.1 Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual	5
1.5.2 Penguasaan Konsep	5
1.5.3 Kreativitas	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Pembelajaran STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	8
2.2 Laboratorium Virtual	14
2.3 Penguasaan Konsep	15
2.4 Kreativitas	17
2.5 Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual	19
BAB III : METODE PENELITIAN	24
3.1 Metode dan Desain Penelitian	24
3.2 Populasi dan Sampel	24

3.3	Partisipan	25
3.4	Instrumen Penelitian	25
3.4.1	Tes Penguasaan Konsep	25
3.4.2	Lembar Penilaian Kreativitas	36
3.4.3	Wawancara Terstruktur	36
3.4.4	Observasi Pembelajaran	37
3.5	Prosedur Penelitian	38
3.6	Teknik Analisis Data	40
BAB IV : TEMUAN DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Penguasaan Konsep Siswa	44
4.1.1	Temuan Penelitian	44
4.1.2	Pembahasan	45
4.2	Profil Kreativitas Siswa	48
4.2.1	Temuan Penelitian	48
4.2.2	Pembahasan	50
4.3	Tanggapan Siswa terhadap Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual	56
4.3.1	Temuan Penelitian	56
4.3.2	Pembahasan	58
BAB V : SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		63
5.1	Simpulan	63
5.2	Implikasi	64
5.3	Rekomendasi	64
DAFTAR PUSTAKA		66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kaitan antara Pembelajaran STEM Berbantuan Laboratorium Virtual dengan Indikator Kemampuan yang akan Diteliti (Penguasaan Konsep dan Kreativitas Siswa)	20
Tabel 3.1 Materi Pokok, Sub Materi Pokok, Indikator, Jumlah Soal dan Jenjang Kognitif Tes Penguasaan Konsep	26
Tabel 3.2 Hasil Rekapitulasi Validasi Tes Penguasaan Konsep	27
Tabel 3.3 Kriteria Interpretasi Validitas Instrumen	31
Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Nilai Validitas tiap Butir Soal	31
Tabel 3.5 Kriteria Interpretasi Reliabilitas Instrumen	32
Tabel 3.6 Hasil Nilai Reliabilitas pada Instrumen Tes	33
Tabel 3.7 Kriteria Interpretasi Daya Pembeda Instrumen	34
Tabel 3.8 Hasil Nilai Daya Pembeda pada Instrumen Tes	34
Tabel 3.9 Kriteria Interpretasi Indeks Kesukaran Instrumen	35
Tabel 3.10 Hasil Nilai Indeks Kesukaran pada Instrumen Tes	35
Tabel 3.11 Kriteria Interpretasi Nilai N-gain Score	41
Tabel 3.12 Kriteria Interpretasi Profil Kreativitas	42
Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Skor Rata-rata dan Nilai N-gain Penguasaan Konsep Siswa	45
Tabel 4.2 Nilai N-gain pada tiap Aspek Kognitif Penguasaan Konsep	46
Tabel 4.3 Hasil Rekapitulasi Skor Kreativitas	49
Tabel 4.4 Hasil Rekapitulasi Skor dan Persentase Profil Kreativitas	50
Tabel 4.5 Rekapitulasi dan Interpretasi Profil Kreativitas berdasarkan Kelompok Siswa	55
Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Hasil Wawancara Terstruktur	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Skema Desain <i>Sequential Explanatory</i>	24
Gambar 3.2 Skema Prosedur Penelitian	40
Gambar 4.1 Contoh Hasil Sketsa Rancangan Alat oleh Beberapa Kelompok Siswa	52
Gambar 4.2 Contoh Hasil Produk (Prototipe PLTA Sederhana) Kreativitas oleh Beberapa Kelompok Siswa	55
Gambar 4.3 Hasil Percakapan Beberapa Siswa pada Bagian Peningkatan Penguasaan Konsep	60
Gambar 4.4 Hasil Percakapan Beberapa Siswa pada Bagian Menjadi Lebih Kreatif	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Studi Pendahuluan	70
Lampiran 2. Surat Pengantar Penelitian – Departemen	73
Lampiran 3. Surat Permohonan Izin Penelitian – Fakultas	74
Lampiran 4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	75
Lampiran 5. Lembar Kerja Siswa (LKS)	82
Lampiran 6. Lembar Validasi Ahli Tes Penguasaan Konsep	92
Lampiran 7. Hasil Validasi Ahli Tes Penguasaan Konsep	108
Lampiran 8. Kisi-kisi dan Soal Tes Penguasaan Konsep (Sebelum Validasi Ahli)	154
Lampiran 9. Kisi-kisi dan Soal Tes Penguasaan Konsep (Setelah Validasi dan Uji Coba)	164
Lampiran 10. Instrumen Penilaian Tes Penguasaan Konsep	174
Lampiran 11. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Penguasaan Konsep	175
Lampiran 12. Rekapitulasi Hasil Penskoran Tes Penguasaan Konsep Siswa	178
Lampiran 13. Instrumen Penilaian Kreativitas	180
Lampiran 14. Rekapitulasi Hasil Penskoran Kreativitas Siswa	186
Lampiran 15. Wawancara Terstruktur (Akhir) – Pedoman dan Rekapitulasi Hasil	187
Lampiran 16. Pedoman Observasi Pembelajaran	191
Lampiran 17. Hasil Observasi Pembelajaran	194

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada*, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Afriana, dkk. (2016). *Project Based Learning Integrated to STEM to Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy*. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, V (2): 261- 267.
- Asmuniv, A. (2015). *Pendekatan terpadu pendidikan STEM dalam upaya mempersiapkan sumber daya manusia Indonesia yang Memiliki pengetahuan interdisipliner untuk menyosong kebutuhan bidang karir pekerjaan masyarakat ekonomi ASEAN (MEA)*. *PPPPTK Boe Malang*, 1-10.
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). *Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa*. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 93. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>
- Başer, M., & Durmuş, S. (2010). *The Effectiveness of Computer Supported Versus Real Laboratory Inquiry Learning Environments on the Understanding of Direct Current Electricity among Pre-Service Elementary School Teachers*. *Eurasia Journal of Mathematics*, 6(1), 47–61.
- Capraro, dkk. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (second ed)*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Chen, M. (2001). *A potential limitation of embedded-teaching for formal learning*. *InJ*.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). *STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace*. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Fatimah, L. U. (2019). *Analisis Kesukaran Soal, Daya Pembeda dan Fungsi Distraktor*.
- Gagne, R. M., & Briggs, L. J. (1974). *Principles of instructional design*. Holt, Rinehart & Winston.

- Gunawan, Harjono, A., Sahidu, H., dan Sutrio. (2015). *Penggunaan Multimedia Interaktif Pembelajaran Fisika dan Implikasinya pada Penguasaan Konsep Mahasiswa*. Jurnal Pijar MIPA. Vol.IX Nomor 1 : 15-19.
- Gunawan, I., & Palupi, A. R. (2016). *Taksonomi BLOOM – Revisi Ranah Kognitif: Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Penilaian*. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 2(02). <https://doi.org/10.25273/pe.v2i02.50>
- Gustiani, I. (2016). *Learning Science through Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Based Instructional Material: Its Effectiveness in Improving Student's Conceptual Understanding and Its Effect Towards Engineering Design Behaviors and Teamwork Skills* (Doctoral dissertation, Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung).
- Hake, R. R. (1998). *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Harjono, A., & Sahidu, H. (2015). *Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Fisika dan Implikasinya pada Penguasaan Konsep Mahasiswa*.
- Herga, N. R., Cagran, B., & Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 593–608. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1224a>
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. (2017). *Pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang*. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 97-102.
- Jauhariyyah, F. R. A., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2017). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains*. In *Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017* (Vol. 2).
- Khaerunnisak, K. (2018). *Peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa melalui simulasi physic education technology (PhET)*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2).

- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM education through project-based learning*. (Online), (www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-throughProject-based-Learning), diakses pada 10 Maret 2017.
- Larkin, T. L. (2015, September). *Creativity in STEM Education: Reshaping the Creative Project*. In *2015 Internasional Conference on Interactive Collaborative Learning (IC)* (pp. 1184–1189). IEEE
- Muid, A., Alfi, A., Buku, R., Evaluasi, A., Teknologi, P., Adlia, I., & Riani, A. (2012). *Evaluasi Pembelajaran* (Z. Arifin, Ed.). www.diktis.kemenag.go.id
- Mulhayatiah, D., Si, S., & Pd, M. (2020). *Implementasi PjBL-STEM dalam Pembelajaran Daring Content List*.
- Munandar, Utami. (1988). *Laporan Penelitian Standarisasi Tes Kreativitas Figural*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Novikasari, I. (2016). *Uji Validitas Instrumen*.
- Nugroho, S. (2012). *Pembelajaran IPA Dengan Metode Inkuiri Terbimbing Menggunakan Laboratorium Riil Dan Virtuul Ditinjau dari Kemampuan Memori Dan Gaya Belajar Siswa*. Tesis. Program Pascasarjana Pendidikan Fisika. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Permanasari, A. (2016). *STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. Seminar Nasional Pendidikan Sains: “Peningkatan Kualitas Pembelajaran Sains dan Kompetensi Guru Melalui Penelitian dan Pengembangan dalam Menghadapi Tantangan Abad 21”. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Prakoso, A. S. (2016). *Profil Kreativitas dan Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa SMP pada Materi Energi dalam Pembelajaran IPA berbasis STEM*.
- Prince, M. (2004). *Does active learning work? A review of the research*. In *Journal of Engineering Education* (Vol. 93, Issue 3, pp. 223–231). Wiley-Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rais, M., & Ardhana, W. (2014). *Project-Based Learning vs Pembelajaran dengan Metode Ekspositori dalam Menghasilkan Kemampuan Belajar Teori Perancangan Mesin*.
- Rustaman, N.Y. 2005. *Strategi belajar mengajar biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.

- Santofani, A., & Rosana, D. (2016). Pengembangan tes kreativitas pada pembelajaran fisika dengan pendekatan inkuiri pada materi teori kinetik gas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 134. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.6373>
- Saregar, A. (2016). Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media Phet Simulation dan LKM Melalui Pendekatan Saintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53–60. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.105>
- Sugiyono. (2015). *METODE PENELITIAN PENDIDIKAN (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. ALFABETA, cv
- Tipani, A., Toto, & Yulisma, L. (2019). Implementasi Model PiBL Berbasis STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Analitis Siswa. *Jurnal Bio Education*, 4, 70–76.
- Toto, (2019). STEM-Based Science Design in the 2013 Curriculum. *Jurnal of Physics*. IOP Conf. Series: 1233. 012094. DOI: 10.1088/1742-6596/1233/1/012094.
- Turrahmah, M., Susilawati, S., & Makhrus, M. (2019). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Alat Praktikum Usaha Dan Energi Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(3), 118. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1329>
- Winarni, J. Zubaidah, S. dan Koes, H. S. (2016). STEM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA*. Malang: Pascasarjana-Universitas Malang Vol. 1. P. 976-984.