

**PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK INTERAKTIF
BERMUATAN TEORI APOS DALAM IMPLEMENTASI MODEL PBL
PADA MATERI EKSPONEN UNTUK PENCAPAIAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS
DAN PENINGKATAN MOTIVASI BELAJAR SISWA**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Matematika



Oleh:

NI KOMANG SAVITRI DHARMA SUARKA

2216958

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

2024

LEMBAR HAK CIPTA

**PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK INTERAKTIF
BERMUATAN TEORI APOS DALAM IMPLEMENTASI MODEL PBL
PADA MATERI EKSPONEN UNTUK PENCAPAIAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS
DAN PENINGKATAN MOTIVASI BELAJAR SISWA**

Oleh

Ni Komang Savitri Dharma Suarka
S.Pd. Universitas Pendidikan Ganesha, 2022

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Matematika

©Ni Komang Savitri Dharma Suarka 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Desember 2024

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

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK INTERAKTIF
BERMUATAN TEORI APOS DALAM IMPLEMENTASI MODEL PBL
PADA MATERI EKSPONEN UNTUK PENCAPAIAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS
DAN PENINGKATAN MOTIVASI BELAJAR SISWA**

Oleh:

Ni Komang Savitri Dharma Suarka

NIM. 2216958

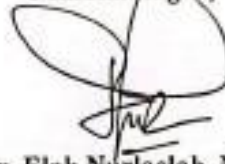
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Prof. H. Yaya Sukjaya Kusumah, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195909221983031003

Pembimbing II,



Dr. Elah Nurlaelah, M.Si.
NIP. 196411231991032002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Matematika



Prof. Al Jupri, S.Pd., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198205102005011002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul **“Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Bermuatan Teori APOS dalam Implementasi Model PBL pada Materi Eksponen untuk Pencapaian Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Peningkatan Motivasi Belajar Siswa”** 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. Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Bandung, November 2024



Ni Komang Savitri Dharma Suarka

NIM. 2216958

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kemudahan sehingga dapat terselesaikannya tesis ini. Penyusunan tesis dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Bermuatan Teori APOS dalam Implementasi Model PBL pada Materi Eksponen untuk Pencapaian Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Peningkatan Motivasi Belajar Siswa” ini memiliki dua tujuan utama. Pertama, sebagai upaya untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar pada pascasarjana. Kedua, penelitian ini dapat mengembangkan modul elektronik yang teruji dalam menerapkan pembelajaran matematika khususnya pada materi eksponen.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum sempurna baik dari segi kajian maupun penyajiannya. Untuk itu diharapkan saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak, agar tesis yang dihasilkan lebih baik lagi. Semoga apa yang dihasilkan dari tesis ini kelak dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan dan juga bagi penulis.

Bandung, November 2024

Penulis,



Ni Komang Savitri Dharma Suarka

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan, doa, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. H. Yaya S. Kusumah, M,Sc., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing 1 sekaligus Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dengan arahan yang jelas dan dukungan penuh dalam penyusunan naskah tesis, instrumen penelitian, dan modul yang dikembangkan.
2. Ibu Dr. Elah Nurlaelah, M.Si sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dalam setiap kemajuan penelitian tesis ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, doa, dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis.
5. Teman-teman Program Studi Magister Pendidikan Matematika UPI yang sudah membantu serta memberikan semangat selama masa studi.
6. Siswa-siswi kelas IX SMP yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.
7. Kemendikbud Ristek melalui Program Beasiswa Unggulan yang telah mendukung penulis secara finansial dalam menyelesaikan tesis ini.

Bandung, November 2024

Penulis,



Ni Komang Savitri Dharma Suarka

ABSTRAK

Ni Komang Savitri Dharma Suarka (2024). Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Bermuatan Teori APOS dalam Implementasi Model PBL pada Materi Eksponen untuk Pencapaian Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Peningkatan Motivasi Belajar Siswa

Bilangan berpangkat (eksponen) adalah konsep dasar aljabar yang penting untuk mempelajari topik lanjutan seperti fungsi dan persamaan eksponensial serta logaritma, namun seringkali siswa mengalami permasalahan dalam materi ini. Permasalahan pada materi eksponen umumnya bersumber dari kurangnya kemampuan siswa dalam menarik kesimpulan secara induktif atau deduktif, yang mencerminkan kelemahan dalam berpikir kritis matematis. Kurangnya motivasi belajar dan persepsi siswa bahwa materi eksponen tidak relevan dengan kehidupan sehari-hari juga menjadi kendala mempelajari topik ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji modul elektronik interaktif bermuatan Teori APOS yang diimplementasikan dengan model pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*, PBL) pada materi eksponen, guna pencapaian kemampuan berpikir kritis matematis siswa dan peningkatan motivasi belajar siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Modul ini memiliki tampilan interaktif dengan fitur video pembelajaran, simulasi, dan kuis yang dirancang untuk memudahkan pemahaman konsep eksponen. Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan modul ini sangat valid dengan nilai 98,06%. Praktikalitas modul juga dikategorikan sangat tinggi, dengan nilai 100%, menunjukkan kemudahan akses, efisiensi, dan dukungan terhadap pembelajaran mandiri. Uji coba terbatas pada siswa kelas IX di salah satu SMP Negeri di Kota Bandung menunjukkan efektivitas modul dengan nilai rata-rata tes berpikir kritis sebesar 85,55, yang termasuk kedalam kategorikan sebagai sangat baik. Hasil angket motivasi belajar siswa menunjukkan adanya peningkatan motivasi belajar dengan skor n-gain sebesar 0,388, yang termasuk dalam kategori sedang. Secara keseluruhan modul ini dinyatakan layak sebagai media pembelajaran pada materi eksponen, serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

Kata Kunci: Modul Elektronik, Teori APOS, PBL, Eksponen, Berpikir Kritis Matematis, Motivasi Belajar

ABSTRACT

Ni Komang Savitri Dharma Suarka (2024). Development of an Interactive Electronic Module Based on APOS Theory in the Implementation of the PBL model on Exponential Topics for Achieving Mathematical Critical Thinking Skills and Enhancing Student Learning Motivation

Exponential is a fundamental algebra concept essential for studying other topics such as exponential functions, exponential equations, and logarithms; however, students often encounter difficulties with this topic. Challenges in learning exponents often arise from students' limited capacity for making inductive or deductive inferences, reflecting weaknesses in mathematical critical thinking. Additionally, a lack of motivation and students' perception that exponents are irrelevant to everyday life also pose challenges in mastering this topic. This study aims to develop and evaluate an interactive electronic module based on APOS theory, implemented through a problem-based learning (PBL) model on exponential material, to enhance students' mathematical critical thinking skills and learning motivation. The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). This module features an interactive interface with learning videos, simulations, and quizzes to facilitate understanding exponential concepts. Expert validation results show that the module is highly valid, with a score of 98.06%. The practicality of the module is also rated very high, with a score of 100%, indicating ease of access, efficiency, and support for independent learning. A limited trial conducted with ninth-grade students at a public junior high school in Bandung City demonstrated the module's effectiveness, with an average critical thinking test score of 85.55, categorized as excellent. Additionally, the student learning motivation questionnaire results showed increased learning motivation with an n-gain score of 0.388, which falls into the medium category. Overall, this module is considered suitable as a learning medium for exponential material and effectively enhances students' mathematical critical thinking skills and learning motivation.

Keywords: Electronic Module, APOS Theory, PBL, Exponential, Mathematical Critical Thinking, Learning Motivation

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	9
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	10
1.4. Manfaat Penelitian	11
1.5. Definisi Operasional	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	14
2.1 Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.....	14
2.2. Motivasi Belajar.....	18
2.3 Modul Elektronik.....	20
2.4 Modul Elektronik Interaktif.....	27
2.5 Teori APOS.....	28
2.6 Model Pembelajaran Berbasis Masalah.....	31
2.7 Aktivitas Belajar	34
2.8 <i>Heyzine Flipbook Maker</i>	35
2.9 Kerangka Berpikir.....	37
2.10Penelitian yang Relevan.....	41

BAB III METODE PENELITIAN.....	45
3.1 Desain Penelitian	45
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	48
3.3 Instrumen Penelitian	50
3.4 Teknik Analisis Data	55
3.5 Kriteria Keabsahan Data.....	58
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	60
4.1 Temuan Penelitian	60
4.1.1 Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	61
4.1.2 Tahap Perencanaan (<i>Design</i>).....	67
4.1.3 Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	75
4.1.4 Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>).....	94
4.1.5 Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	101
4.2 Pembahasan	121
4.3 Keterbatasan dalam Penelitian.....	132
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	134
5.1 Simpulan.....	134
5.2 Implikasi	136
5.3 Rekomendasi.....	136
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Antarmuka Aplikasi <i>Heyzine Flipbook Maker</i>	36
Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir.....	40
Gambar 4.1 Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan gambar pendukung.....	71
Gambar 4.2 Halaman Sampul Modul Elektronik.....	78
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Aktivitas Modul Elektronik.....	86
Gambar 4.4 Tampilan Salah Satu Bagian Halaman Aktivitas	92
Gambar 4.5 Tampilan Bagian Belakang Modul Elektronik.....	94
Gambar 4.6 Halaman Tambahan Latihan Soal	103
Gambar 4.7 Tampilan Video yang Tidak Dapat Diakses	104
Gambar 4.8 Tampilan Video Setelah Perbaikan.....	105
Gambar 4.9 Grafik QQ Plot Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis .	115
Gambar 4.10 Contoh Jawaban Siswa.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Bahan Ajar Digital	21
Tabel 2.2 Sintaks Model PBL.....	32
Tabel 3.1 Indikator Angket Uji Validitas Pendidikan Matematika.....	50
Tabel 3.2 Indikator Angket Uji Validitas Ahli Matematika	51
Tabel 3.3 Indikator Angket Uji Validitas Ahli Multimedia.....	52
Tabel 3.4 Indikator Uji Praktikalitas.....	52
Tabel 3.5 Indikator Angket Uji Keterbacaan.....	53
Tabel 3.6 Indikator Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	54
Tabel 3.7 Indikator Angket Motivasi Belajar Siswa.....	55
Tabel 3.8 Tingkat Validitas Modul Elektronik	56
Tabel 3.9 Tingkat Praktikalitas Modul Elektronik.....	56
Tabel 3.10 Tingkat Ketuntasan Belajar Klasikal	57
Tabel 3.11 Kriteria Peningkatan Motivasi Belajar Siswa	58
Tabel 4.1 Kisi-Kisi Angket Uji Validitas Pendidikan Ahli Matematika	73
Tabel 4.2 Kisi-Kisi Angket Uji Validitas Ahli Matematika	74
Tabel 4.3 Kisi-Kisi Angket Uji Validitas Ahli Multimedia.....	75
Tabel 4.4 Tampilan Halaman Pembuka Modul Elektronik	81
Tabel 4.5 Hasil Uji Keterbacaan.....	96
Tabel 4.6 Hasil Uji Validitas Ahli.....	102
Tabel 4.7 Hasil Uji Praktikalitas Modul Elektronik.....	107
Tabel 4.8 Hasil Perbaikan Soal Tes Berpikir Kritis Matematis.....	112
Tabel 4.9 Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa	115
Tabel 4.10 Hasil Angket Motivasi Belajar Siswa.....	119

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Halaman aktivitas pada modul elektronik	147
Lampiran 2 Angket validasi ahli pendidikan matematika.....	156
Lampiran 3 Angket validasi ahli matematika	160
Lampiran 4 Lembar validasi ahli multimedia	164
Lampiran 5 Penilaian ahli pendidikan matematika.....	168
Lampiran 6 Penilaian ahli matematika.....	172
Lampiran 7 Penilaian ahli multimedia	175
Lampiran 8 Angket uji keterbacaan	179
Lampiran 9 Hasil rekapitulasi angket keterbacaan	182
Lampiran 10 Daftar hadir siswa pada uji coba skala besar.....	183
Lampiran 11 Lembar validasi soal tes kemampuan berpikir kritis matematis.....	185
Lampiran 12 Penilaian tes kemampuan berpikir kritis matematis	188
Lampiran 13 Instrumen tes berpikir kritis matematis	190
Lampiran 14 Hasil rekapitulasi jawaban tes siswa	194
Lampiran 15 Angket uji praktikalitas	196
Lampiran 16 Penilaian uji praktikalitas	199
Lampiran 17 Angket motivasi belajar siswa.....	202
Lampiran 18 Hasil rekapitulasi angket motivasi belajar siswa.....	207
Lampiran 19 Panduan penggunaan Aplikasi <i>Heyzine Flipbook Maker</i>	211

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. M. T., Kartikawati, S., & Hardiyanto, D. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran Elektronika Digital Berbasis Aplikasi Heyzine Flipbook untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kreatif Mahasiswa Semester 2 Pendidikan Teknik Elektro UNIPMA. In *Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*.
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Albana, L. F. A. N. F., & Sujarwo. (2021). Pengembangan E-Modul Interaktif untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Dasar Desain Grafis. *Jurnal Kependidikan*, 5 (2), 223–236.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2022). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *Diffraction*, 3(1), 27–35.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach ninth edition (9th ed.)*. New Britain: Library of Congress Cataloging.
- Arnawa, I. M. (2009). Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS. *Jurnal Matematika Dan Sains*, 14(2), 62–68.
- Aryanto, H., Agus, E., & Oemar, B. (2024). Pengembangan Modul Mata Kuliah Desain Komunikasi Visual I Berbasis Media di Program Studi Desain Komunikasi Visual. *Jurnal Dimensi Seni Rupa dan Desain*, 20(2), 191–202.
- Ashari, L. S., & Puspasari, D. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Heyzine Flipbook pada Mata Pelajaran Otomatisasi Humas dan Keprotokolan di SMKN 2 Buduran Sidoarjo. *Journal of Social Science Research*, 4(1), 2565–2576.
- Astari, A. C. (2023). Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Berbasis PDF (Modesip) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis siswa SDN Oro-Oro Ombo 02 Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora (JPTWH)*, 2(3), 1417–1444.
- Avcu, R. (2014). Eighth Graders' Capabilities in Exponents: Making Mental Comparisons. *Practice and Theory in Systems of Education*, 5(1), 39–48.
- Banerjee, R. (2011). Is Arithmetic Useful for the Teaching and Learning of Algebra? *Contemporary Education Dialogue*, 8(2), 137–159.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42.

- Cangelosi, R., Madrid, S., Cooper, S., Olson, J., & Hartter, B. (2013). The negative sign and exponential expressions: Unveiling students' persistent errors and misconceptions. *Journal of Mathematical Behavior*, 32(1), 69–82.
- Dewey, J. (1910). *How we think: A restatement of relation of reflective thinking and education process*. D.C. Heath and Co. Publishers. New York.
- Donvito, A., & Otero, M. R. (2019). Utility of Mathematical Knowledge: an Indispensable Factor in Adult Secondary Education to Regain Student's Interest. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(2), 62–70.
- Dubinsky, E. (2001). Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses. *MSOR Connections*, 1(2), 10–15.
- Fardiana, R., Supriyadi, S., Ridlo, S., & Lestari, W. (2023). Literatur Review: Penilaian Penguasaan Materi Prasyarat Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 668–672.
- Fatikhah, I., & Izzati, N. (2015). Matematika Bermuatan Emotion Quotient pada Pokok Bahasan Himpunan. *EduMa*, 4(2), 46–61.
- Fatimah, F., & Widiyatmoko, A. (2014). Pengembangan Science Comic Berbasis Problem Based Learning sebagai Media Pembelajaran pada Tema Bunyi dan Pendengaran untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 95–101.
- Fauzi, Y. (2014). Teori Pembelajaran Matematika Menurut Dienes. *Jurnal IAIN ANtasari*, 4(1), 1–20.
- Gunawan, M. S., & Fitra, D. (2021). Kesulitan Siswa dalam Mengerjakan Soal-soal Eksponen dan Logaritma. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 257–268.
- Gusman, A., Kamid, & Syamsurizal. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berdasarkan Teori APOS pada Materi Fungsi Kuadrat. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 6(1), 3–5.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. AREA-D American Educational Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology. California.
- Halim, D., & Munthe, A. P. (2019). Dampak Pengembangan Buku Cerita Bergambar untuk Anak Usia Dini. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 9(3), 203–216.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking*. New York: Psychology Press.

- Hendi, A., Caswita, C., & Haenilah, E. Y. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Strategi Metakognitif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 823–834.
- Imansari, N., & Sunaryantiningsih, I. (2017). Pengaruh Penggunaan E-modul Interaktif terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *VOLT Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 11–16.
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5).
- Jumaisyaroh, T., Napitupulu, E. E., & Hasratuddin. (2014). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematis Siswa SMP Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Kreano*, 157–169.
- Khatimah, H., Kamid, K., & Marzal, J. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berdasarkan Teori APOS (*Action, Process, Object, Scheme*) untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 4(2).
- Khomaria, I. N., & Puspasari, D. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Model Learning Cycle pada Materi Media Komunikasi Humas Kelas XI OTKP Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(5), 2492–2503.
- Kontorovich, I. (2016). We All Know That $a^0 = 1$, But Can You Explain Why? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(3), 237–246.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Leo, Margiati, K., & Halidjah, S. (2013). Peningkatan Aktivitas Belajar dengan Alat Peraga Model Bangun Datar dan Bangun Ruang. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan*, 2(7).
- Lestari, I. (2013). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi: Sesuai dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Padang: Akademia Permata.
- Levenson, E. (2012). Teachers' Knowledge of The Nature of definitions: The Case of The Zero Exponent. *Journal of Mathematical Behavior*, 31(2), 209–219.

- Marno. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Agama Islam pada Sekolah (DITPAIS) Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Muhsin, Johar, R., & Nurlaelah, E. (2013). Peningkatan Kemampuan Pemahaman dan Pemecahan Masalah Matematis melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Kontekstual. *Jurnal Peluang*, 2(1), 13–24.
- Mulyono, M. (2011). Teori APOS dan Implementasinya dalam Pembelajaran. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 1(1), 37–45.
- Munawir, M., Rofiqoh, A., & Khairani, I. (2024). Peran Media Interaktif dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran SKI di Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI HUMANIORA*, 9(1), 63–71.
- Negara, R. M. H. K., Suherman, A., & Yayat. (2019). Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum SMK 2013 terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Sistem dan Instalasi Refrigerasi. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 6(1), 64–70.
- Ningsih, I. S., & Fuadiah, N. F. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Persegi Panjang untuk Siswa SMP. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 10(2), 285–294.
- Noramelia, N., Khairunnisa, Y., & Istyadji, M. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik terhadap Partisipasi Siswa pada Materi Bumi dan Tata Surya Siswa SMP Kelas VII. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(2), 525–534.
- Noviyanti, N., & Gamaputra, G. (2020). Model Pengembangan ADDIE dalam Penyusunan Buku Ajar Administrasi Keuangan Negara (Studi Kualitatif di Prodi D-III Administrasi Negara FISH Unesa). *Jurnal Ilmiah Manajemen Publik dan Kebijakan Sosial*, 4(2), 100–120.
- Nurlaelah, E. (2003). Beberapa Hasil Penelitian Yang Berkaitan Dengan Teori Apos. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 4(1), 1–10.
- Nurlaelah, E., & Carnia, E. (2003). Pembelajaran Konsep Grup Menggunakan Program ISETL Berdasarkan Teori APOS. *Disajikan pada Seminar Nasional Matematika di UNPAD*, 1–8.
- Nurlaelah, E., & Usdiyana, D. (2005). Inovasi Pembelajaran Struktur Aljabar I Dengan Menggunakan Program Isetl Berdasarkan Teori Apos. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 6(1), 1–8.

- Nusir, S., Alsmadi, I., Al-Kabi, M., & Sharadgah, F. (2013). Studying the Impact of Using Multimedia Interactive Programs on Children's Ability to Learn Basic Math Skills. *E-Learning and Digital Media*, 10(3), 305–319.
- Oktari, T., Hartono, Y., & Santoso, B. (2016). Pengembangan LKS Berbasis APOS Berbantuan Microsoft Excel pada Pokok Bahasan Program Linier di SMK. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, 2(2), 229–248.
- Oktaviani, L., Gusmaulia, A., & Putri, E. (2023). Meningkatkan Keterlibatan Siswa dalam Belajar Matematika Menggunakan Model PBL pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar Negeri 139 Kota Jambi. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 3(4), 10191–10201.
- Perkins, C., & Murphy, E. (2006). Identifying and Measuring Individual Engagement in Critical Thinking in Online Discussions: An Exploratory Case Study. *Educational Technology and Society*, 9(1), 298–307.
- Pohan, S. Y. P., & Sagala, P. N. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Matematika Realistik Di Kelas VIII SMP Swasta Palapa Telagah. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 120–134.
- Prameswari, M., Pratiwi, O. P., & Nabila, W. N. (2024). Keefektifan Kurikulum Merdeka terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Fase B Melalui Problem Based Learning (PBL). *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(1), 1306–1316.
- Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Pribadi, B. A., & Putri, D. A. P. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar*. Banten: Penerbit Universitas Terbuka.
- Putri, H. E., Pertiwi, C. K., Arrum, A. H., Nurhanifa, R., & Yuliyanto, A. (2021). Mathematical Connection Ability Instrument for Primary School Students. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 8(1), 1–19.
- Rahman, S. (2021). Pentingnya Motivasi Belajar Dalam Meningkatkan Hasil Belajar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo* (hal. 289–302).
- Ransdell, M. (2016). Design Process Rubrics: Identifying and Enhancing Critical Thinking in Creative Problem Solving. In *Proceedings of the Interior Design Educators Council Conference*.

- Retno, E. W., Rochmad, & St. Budi Waluyo. (2018). Penilaian Kinerja sebagai Alternatif untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1(1), 522–530.
- Riduwan. (2013). *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rismaini, L., & Devita, D. (2022). Efektivitas E-Modul Model Pembelajaran Problem Solving pada Pelajaran Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1511–1516.
- Rohmatulloh, R., Nindiasari, H., & Fatah, A. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(4), 3599–3612.
- Rosna, A. (2016). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif pada Mata Pelajar IPA di Kelas IV SD Terpencil Banaa Barat. *Jurnal Kreatif Tadulako Online*, 04(6), 235–246.
- Safari, Y., & Sabila, N. D. (2024). Kajian Literatur Tentang Metode Pengajaran Konsep Dasar Matematika. *Karimah Tauhid*, 3(9), 10117–10123.
- Sakinah, M., & Hakim, D. L. (2023). Respons Siswa terhadap Penggunaan E-Modul Interaktif Barsil dalam Kemandirian Belajar Matematika. *Koordinat Jurnal MIPA*, 4(2), 54–65.
- Salsabila, R. A., Wardhani, S. K., & Hendroanto, A. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Materi Eksponen untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas X SMK Muhammadiyah 2 Bantul. In *Seminar Nasional Hasil Pelaksanaan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan UAD*, 1335–1347.
- Sari, A. P. K., Novian, D., & Takdir, R. (2022). Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Geografi. *Inverted: Journal of Information Technology Education*, 2(1), 13–25.
- Sari, B. K. (2017). Desain Pembelajaran Model ADDIE dan Implementasinya dengan Teknik Jigsaw. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 87–102.
- Sastre, M. T. M. oz, & Mullet, E. (1998). Evolution of the Intuitive Mastery of the Relationship between Base, Exponent, and Number Magnitude in High-School students. *Mathematical Cognition*, 4(1), 67–77.
- Setiawan, M. A. (2017). *Belajar dan Pembelajaran*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.

- Setiawati, S., Nurlaelah, E., & Priatna, B. A. (2017). The Improvements of Mathematical Problem Solving Ability of Junior High School Students through Modify-Action, Process, Object, Schema (M-APOS) Learning Model and Problem Based Learning Model, in *Seminar ICMSEd*, 85–88.
- Suarka, N. K. S. D., & Kusumah, Y. S. (2024). Students' Learning Obstacles in Exponential: A Case Study in Indonesian Higher Education Students. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(2), 530–541.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistiawati, S., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. (2021). Penggunaan Information Communication and Technology (Ict) Tools Dalam Mendukung Pembelajaran Matematika Interaktif. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(5), 1033–1054.
- Sumirat, S. F. P., Sudihartinih, E., & Sumiaty, E. (2023). Kajian Learning Obstacle pada Topik Bilangan Berpangkat Ditinjau dari Literasi PISA 2021. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 350–361.
- Suprihatin, S., & Manik, Y. M. (2020). Guru Menginovasi Bahan Ajar sebagai Langkah untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Ekonomi UM Metro*, 8(1), 65–72.
- Susanti, W., Saleh, L. F., Nurhabibah, Gultom, A. B., Saloom, G., Ndorang, T. A., ... Lisnasari, S. F. (2022). *Pemikiran Kritis dan Kreatif*. Bandung: Penerbit Media Sains Indonesia.
- Susanti, Y. (2020). Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Media Berhitung di Sekolah Dasar dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa. *EDISI : Jurnal Edukasi dan Sains*, 2(3), 435–448.
- Trinova, Z. (2013). Pembelajaran Berbasis Student-Centered Learning. *Jurnal Al-Ta'lim*, 1(4), 324–335.
- Ulusoy, F. (2019). Serious Obstacles Hindering Middle School Students' Understanding of Integer Exponents. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(1), 52–69.
- Uno, H. B. (2011). *Teori Motivasi dan Pengukurannya: Analisis di Bidang Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Vembriarto, S. (1985). *Pengantar Pengajaran Modul*. Yogyakarta: Yayasan Pendidikan Paramita.

- Wahyuni, S., & Maharani, A. (2023). Desain Didaktis terhadap Materi Bilangan Berpangkat SMA Berdasarkan Learning Obstacle (Ontogeni Obstacle). *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 4(1), 211–219.
- Warkintin, & Mulyadi, Y. B. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis CD Interaktif Power Point untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 9(1), 82–92.
- Wathoni, L. N. (2016). Penerapan Teori APOS dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa SMPI Nurul Jadid Abdul Karim Banyurip. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 5(1).
- Widiasworo, E. (2018). *Strategi Pembelajaran Edutainment Berbasis Karakter (1st ed.)*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Widiyasari, R., Kusumah, Y. S., & Nurlaelah, E. (2020). Analysis of Critical Thinking Pre-Service Mathematics Teacher's Ability in Term of Selected Topics of Secondary School Mathematics. *Solid State Technology*, 63(5), 8019–8024.
- Widyatiningtyas, R., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U., & Sabandar, J. (2015). The Impact of Problem-based Learning Approach to Senior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability. *Journal on Mathematics Education*, 6(2), 30–38.
- Winarti. (2016). Upaya Peningkatan Prestasi Belajar Matematika Standar Kompetensi Pangkat Rasional, Bentuk Akar dan Logaritma dengan Penerapan Cooperative Learning Tipe Think-Pair-Share pada Siswa Kelas X TEI 2 SMK Negeri 1 Ngawi Tahun Pelajaran 2012-2013. *Jurnal Inovasi Pendidikan Ekonomi*, 1(1), 114–128., 1(1), 5–24.
- Wisnu Kartika, R. N., Sampoerna, P. D., & Wiraningsih, E. D. (2021). Pengembangan Modul Elektronik Matematika pada Bahasan Eksponensial dan Logaritma Menggunakan Pendekatan Saintifik. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 395–406.
- Wulandari, F., Yogica, R., Darussyamsu, R., Padang, N., & Info, A. (2021). Analisis Manfaat Penggunaan E-Modul Jauh di Masa Pandemi COVID-19. *Khazanah Pendidikan-Jurnal Ilmiah Kependidikan (JIK)*, 15(2), 139–144.
- Yuliani, A., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. (2021). Critical Thinking: How is it Developed with the Experiential Learning Model in Junior High School Students? *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 175–184.
- Zakiah, L., & Lestari, I. (2019). *Berpikir Kritis dalam Konteks Pembelajaran*. Bogor: Erzatama Karya Abadi.