

DESAIN TETRAHEDRON DIDAKTIS KUBUS DAN BALOK DENGAN PENDEKATAN
STEAM UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS
SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA



DISERTASI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar doktor
bidang pendidikan matematika

Iik Nurhikmayati

2113133

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

2025

Desain Tetrahedron Didaktis Kubus dan Balok dengan Pendekatan STEAM untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama

Oleh
Iik Nurhikmayati

S.Pd. Universitas Pendidikan Indonesia, 1993
MA in Primary Education, 1997

Sebuah Disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Doktor Pendidikan (Dr.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Iik Nurhikmayati 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

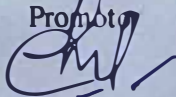
Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Disertasi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

IJK NURHIKMAYATI

DESAIN TETRAHEDRON DIDAKTIS KUBUS DAN BALOK DENGAN
PENDEKATAN STEAM UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

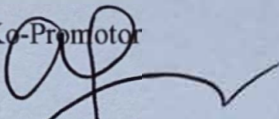
Disetujui dan Disahkan oleh Tim Penguji Disertasi:

Promotor



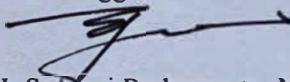
Prof. Dr. H. Darhim, M.Si.
NIP. 19550303 198002 1 002

Ko-Promotor



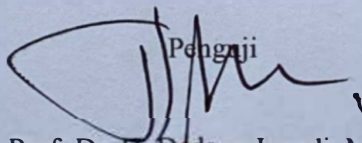
Dr. H. Jarnawi Afgani Dahlan, M.Kes.
NIP. 19680511 199101 1 001

Anggota



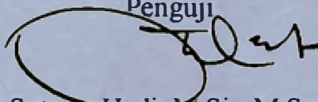
Prof. Dr. H. Sufyani Prabawanto, M.Pd.
NIP. 19600830 198603 1 003

Penguji



Prof. Dr. H. Dadang Juandi, M.Pd.
NIP. 19640117 199202 1 001

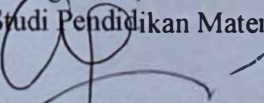
Penguji



Prof. Sutarto Hadi, M.Si., M.Sc, Ph.D.
NIP. 19660331 199102 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Matematika



Dr. H. Jarnawi Afgani Dahlan, M.Kes.
NIP. 19680511 199101 1 001

Desain Tetrahedron Didaktis Kubus dan Balok dengan Pendekatan STEAM
untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa
Sekolah Menengah Pertama

Iik Nurhikmayati

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang menjadi indikator penting dalam menilai kualitas pembelajaran siswa. Keterampilan berpikir erat kaitannya dengan matematika, pemahaman materi matematika diperoleh melalui aktivitas berpikir kritis, sementara kemampuan berpikir kritis dikembangkan melalui serangkaian proses dalam pembelajaran matematika, diantaranya pada materi kubus dan balok. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tetrahedron didaktis kubus dan balok meliputi karakteristik *learning obstacle*, HLT dan LIT dengan pendekatan STEAM dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah Pertama. Melalui pendekatan kualitatif, penelitian ini menggunakan framework *design research* yang bersifat siklik dan iteratif, melalui tiga fase utama yaitu *preliminary design*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*. Temuan penelitian mengidentifikasi enam karakteristik *learning obstacles* yang dialami siswa dalam menyelesaikan masalah berkaitan dengan komponen berpikir kritis. Berdasarkan temuan ini, HLT diperoleh untuk mengasah kemampuan berpikir kritis siswa pada materi kubus dan balok. Implementasi desain tetrahedron didaktis hipotesis dilakukan sampai siklus ke 2 yang menunjukkan bahwa seluruh rangkaian tugas pada HLT dapat dilalui siswa dengan dugaan respon siswa yang sudah sesuai dengan respon siswa terhadap situasi didaktis yang dihadirkan, sehingga antisipasi didaktis yang disiapkan dapat mengatasi setiap respon yang muncul. Kemampuan berpikir kritis siswa pada komponen *elementary clarification*, *basic support*, *advanced clarification* serta *strategies and tactics* dikategorikan berkembang dengan baik melalui desain tetrahedron didaktis yang dibuat, dan pada komponen *references* dikategorikan cukup berkembang. Temuan ini sejalan dengan evaluasi dan refleksi pada fase *analysis retrospective* yang menunjukkan terdapat 3 dari 23 *learning obstacle* yang belum dapat diantisipasi dengan optimal yang merupakan *learning obstacles* pada komponen *inferences* dan *advanced clarification*. Namun secara keseluruhan, kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori berkembang dengan baik dengan desain tetrahedron didaktis dengan pendekatan STEAM berdasarkan indikator yang ditetapkan. LIT kubus dan balok dengan pendekatan STEAM diperoleh berdasarkan rangkaian penelitian yang dilakukan sebagai produk akhir dari desain tetrahedron didaktis yang telah diimplementasikan dan diperbaiki secara berulang. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengembangan desain tetrahedron didaktis dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi kubus dan balok yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa serta perbaikan pada komponen kemampuan berpikir kritis yang belum dikembangkan dengan optimal.

Abstract

Critical thinking ability is one of the higher order thinking skills that is an important indicator in assessing the quality of student learning. Thinking skills are closely related to mathematics, understanding of mathematical material is obtained through critical thinking activities, while critical thinking skills are developed through a series of processes in mathematics learning, including on cube and cuboid material. This study aims to develop a didactical tetrahedron design of cubes and cuboids including analysis of learning obstacle characteristics, development of HLT and LIT with STEAM approach in an effort to develop critical thinking skills of junior high school students. Through a qualitative approach, this study used a design research framework that is cyclic and iterative, through three main phases, namely preliminary design, teaching experiment, and retrospective analysis. The research findings identified six characteristics of learning obstacles experienced by students in solving problems related to critical thinking components. Based on these findings, HLT was obtained to hone students' critical thinking skills in cube and cuboid materials. The implementation of the hypothetical didactical tetrahedron design was carried out until cycle 2 which showed that the entire series of tasks on the HLT could be passed by students with the assumed student responses that were in accordance with student responses to the didactical situation presented, so that the prepared didactical anticipation could overcome any response that arose. Students' critical thinking skills in the elementary clarification, basic support, advanced clarification and strategies and tactics components were categorized as well developed with the didactical tetrahedron design made, but the references component was categorized as moderately developed. This finding is in line with the evaluation and reflection in the retrospective analysis phase which shows that there are 3 out of 23 learning obstacles that cannot be anticipated optimally: learning obstacles in the inferences and advanced clarification component. Overall, students' critical thinking skills are in the well-developed category using the STEAM approach based on the indicators set with the didactical tetrahedron design. LIT cubes and cuboids with STEAM approach is obtained based on the entire series of research conducted as the final product of the didactical tetrahedron design that has been implemented and improved iteratively. This research confirms the importance of developing didactical tetrahedron designs in mathematics learning, especially in cube and cuboid materials that are oriented towards developing students' critical thinking skills and improving the components of critical thinking skills that have not been optimally developed.

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	15
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	16
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	17
1.6 Definisi Operasional	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1 <i>Learning Obstacle</i>	22
2.1.1 <i>Epistemological learning obstacle</i>	22
2.1.2 <i>Ontogenic learning obstacle</i>	23
2.1.3 <i>Didactical learning obstacle</i>	23
2.2 Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.....	25
2.2.1 Pengertian Kemampuan Berpikir Kritis	25
2.2.2 Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Matematika ..	27
2.2.3 Komponen Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	29
2.2.4 Penilaian Kemampuan Berpikir Kritis.....	32
2.3 STEAM (<i>science, technology, engineering, art, mathematics</i>)	35

2.3.1	Makna STEAM.....	35
2.3.2	STEAM pada Pembelajaran Matematika	37
2.3.3	STEAM Project-Based Learning	40
2.4	Tetrahedron Didaktis	43
2.5	Materi Kubus dan Balok	47
2.6	Geogebra.....	54
2.7	<i>Hypothetical Learning Trajectory</i> (HLT)	57
2.7.1	<i>Learning Trajectory</i>	57
2.7.2	<i>Hypothetical Learning Trajectory</i> (HLT)	57
2.8	<i>Local Instruction Theory</i> (LIT)	59
2.9	Teori Dasar Rancangan Desain Tetrahedron Didaktis	61
2.9.1	Teori Situasi Didaktis (<i>Theory of Didactical Situation</i>)	61
2.9.2	Teori Van Hiele	64
2.9.3	Teori Konstruktivisme	66
2.10	Hasil-Hasil Penelitian yang Relevan	67
BAB III METODE PENELITIAN		73
3.1	Jenis Penelitian	73
3.2	Partisipan dan Tempat Penelitian	80
3.3	Prosedur Pengumpulan Data	81
3.3.1	Tes.....	82
3.3.2	Observasi	83
3.3.3	Dokumentasi	83
3.3.4	Wawancara	84
3.3.5	<i>Focus Group Discussion</i> (FGD)	84
3.4	Teknik Analisis Data.....	85
3.4.1	Analisis data identifikasi karakteristik <i>learning obstacles</i>	85
3.4.2	<i>Retrospective analysis</i>	87
3.4.3	Analisis berkembangnya kemampuan berpikir kritis siswa	89
3.5	Teknik Keabsahan Data	91
3.5.1	Kredibilitas (<i>credibility</i>).....	91
3.5.2	Transferabilitas (<i>transferability</i>)	92

3.5.3	Dependabilitas (<i>dependability</i>).....	93
3.5.4	Konfirmabilitas (<i>confirmability</i>).....	93
BAB IV HASIL PENELITIAN		95
4.1	Karakteristik <i>Learning Obstacles</i> dalam Menyelesaikan Masalah Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Kubus dan Balok	95
4.2	Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis Siklus 1	145
4.3	Implementasi Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis Siklus 1.....	175
4.4	<i>Retrospective Analysis</i> Siklus 1	209
4.5	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Siklus 1	218
4.6	Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis Siklus 2	232
4.7	Implementasi Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis Siklus 2.....	248
4.8	<i>Retrospective Analysis</i> Siklus 2	284
4.9	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Siklus 2	292
4.10	Desain Tetrahedron Didaktis Empiris.....	306
4.11	<i>Local Instruction Theory</i> (LIT) dengan Pendekatan STEAM pada Materi Kubus dan Balok.....	311
BAB V PEMBAHASAN		316
5.1	Karakteristik <i>Learning Obstacles</i> Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Kemampuan Berpikir Kritis.....	316
5.2	Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis dengan pendekatan STEAM pada Materi Kubus dan Balok	322
5.3	Implementasi Desain Tetrahedron Didaktis dengan Pendekatan STEAM pada Materi Kubus dan Balok.....	328
5.4	<i>Retrospective Analysis</i>	332
5.5	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	334
5.6	Desain Tetrahedron Didaktis Empiris.....	341
5.7	<i>Local Instruction Theory</i> (LIT) dengan Pendekatan STEAM pada Materi Kubus dan Balok	343
BAB VI SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....		345
6.1	Simpulan	345
6.2	Implikasi	350

6.3 Rekomendasi.....	352
----------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komponen Kemampuan Berpikir Kritis Menurut Ahli.....	29
Tabel 2.2	Komponen dan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis dan Penjelasannya	30
Tabel 2.3	Komponen, Definisi, dan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	31
Tabel 2.4	Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Materi Kubus dan Balok Kurikulum 2013	48
Tabel 2.5	Fungsi Fitur Geogebra.....	55
Tabel 3.1	Daftar Validator Instrumen Tes	81
Tabel 3.2	Daftar Pakar pada Focus Group Discussion (FGD).....	84
Tabel 3.3	Kategorisasi Standar Ketuntasan Hasil Belajar Matematika Siswa	88
Tabel 3.4	Kriteria Berkembangnya Kemampuan Berpikir Kritis Modifikasi	89
Tabel 4.1	Karakteristik <i>Learning Obstacles</i> Materi Kubus dan Balok Berdasarkan Observasi Pembelajaran di Kelas	136
Tabel 4.2	Karakteristik <i>Learning Obstacles</i> Siswa dalam Penyelesaian Soal Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Volume Kubus dan Balok 138	
Tabel 4.3	Rancangan HLT Kubus dan Balok dengan Aktivitas Pembelajaran STEAM-PjBL untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	148
Tabel 4.4	HLT 1A Parsial Hipotesis Pertemuan Pertama.....	156
Tabel 4.5	HLT 2A Parsial Hipotesis Pertemuan Kedua	158
Tabel 4.6	HLT 3A Parsial Hipotesis Pertemuan Ketiga	161
Tabel 4.7	HLT 4A Parsial Hipotesis Pertemuan Keempat	163
Tabel 4.8	Komponen Bahan Ajar Siklus 1	170
Tabel 4.9	Keterkaitan Komponen Bahan Ajar Kubus dan Balok, Situasi Didaktis serta STEAM-PjBL	172
Tabel 4.10	Sampul Depan dan Tautan Dokumen Bahan Ajar dan Buku Proyek pada Siklus 1	173

Tabel 4.11 Analisis Implementasi HLT IA - <i>Reflection Activities</i>	178
Tabel 4.12 Analisis Implementasi HLT 1A – <i>Research Activities</i>	180
Tabel 4.13 Hasil Sketsa Gambar Miniatur Kubus dan Balok Siswa Pada Siklus 1	182
Tabel 4.14 Hasil Proyek Miniatur Bangunan Kubus dan Balok pada Siklus 1	183
Tabel 4.15 Analisis Implementasi HLT 2A – <i>Discovery Activities</i>	187
Tabel 4.16 Analisis Implementasi HLT 3A – <i>Application Activities</i>	201
Tabel 4.17 Analisis Implementasi HLT 4A – <i>Communication Activities</i>	206
Tabel 4.18 Jawaban Siswa pada Latihan Soal Siklus 1.....	208
Tabel 4.19 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 1A Pertemuan Pertama.....	210
Tabel 4.20 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 2A Pertemuan Kedua ...	212
Tabel 4.21 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 3A Pertemuan Ketiga ..	215
Tabel 4.22 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 4A Pertemuan Keempat	215
Tabel 4.23 Ketuntasan Belajar Siswa Materi Kubus dan Balok pada Kemampuan Berpikir Kritis Siklus 1	219
Tabel 4.24 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen Elementary Clarification Siklus 1.....	221
Tabel 4.25 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen Basic Support Siklus 1	223
Tabel 4.26 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen Inferences Siklus 1	226
Tabel 4.27 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen Advanced Clarification Siklus 1.....	227
Tabel 4.28 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen Strategies and Tactics Siklus 1.....	230
Tabel 4.29 Perbaikan Desain Tetrahedron Didaktis dengan Pendekatan STEAM Materi Kubus dan Balok Siklus 1	233
Tabel 4.30 HLT 1B Parsial Hipotesis Pertemuan Pertama.....	239
Tabel 4.31 HLT 1B Parsial Hipotesis Pertemuan Kedua dan Ketiga.....	241

Tabel 4.32 Sampul Depan dan Tautan Dokumen Bahan Ajar dan Buku Proyek pada Siklus 2	247
Tabel 4.33 Analisis Implementasi HLT 1B – <i>Reflection Activities</i>	248
Tabel 4.34 Analisis Implementasi HLT 1B – <i>Research Activities</i>	251
Tabel 4.35 Hasil Sketsa Gambar Miniatur Kubus dan Balok Siswa Pada Siklus 2	253
Tabel 4.36 Hasil Proyek Miniatur Bangunan Kubus dan Balok pada Siklus 2.....	254
Tabel 4.37 Analisis Implementasi HLT 2B – <i>Discovery Activities</i>	258
Tabel 4.38 Analisis Implementasi HLT 3B – <i>Application Activities</i>	276
Tabel 4.39 Analisis Implementasi HLT 4B – <i>Communication Activities</i>	276
Tabel 4.40 Jawaban Siswa pada Latihan Soal Siklus 2.....	284
Tabel 4.41 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 1B Pertemuan Pertama.....	285
Tabel 4.42 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 2B Pertemuan Kedua dan Ketiga	286
Tabel 4.43 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 3B Pertemuan Keempat	288
Tabel 4.44 Hasil Kajian Capaian Implementasi HLT 3B Pertemuan Kelima	289
Tabel 4.45 Ketuntasan Belajar Siswa Materi Kubus dan Balok pada Kemampuan Berpikir Kritis Siklus 2	292
Tabel 4.46 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen <i>Elementary</i> <i>Clarification</i> Siklus 2	294
Tabel 4.47 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen <i>Basic Support</i> Siklus 2.....	297
Tabel 4.48 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen <i>Inferences</i> Siklus 2.....	300
Tabel 4.49 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen <i>Advanced</i> <i>Clarification</i> Siklus 2	301

Tabel 4.50 Hasil Kajian Learning Obstacles pada Komponen <i>Strategies and Tactics</i> Siklus 2.....	304
Tabel 4.51 Rangkuman Perbaikan Desain Tetrahedron Didaktis dengan Pendekatan STEAM.....	307

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Sekolah Perkotaan, Perbatasan, dan Pedesaan Kabupaten Majalengka Tahun 2024	3
Gambar 1.2	Sebaran Penelitian STEM/STEAM <i>Project-based learning</i> terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Berbagai Bidang Ilmu Tahun 2021-2025	8
Gambar 1.3	Hasil VOSviewer: Co-occurrence network pada Kata Kunci Database STEAM dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	9
Gambar 2.1	Pendekatan Silo pada pembelajaran STEAM	38
Gambar 2.2	Pendekatan Tertanam pada Pembelajaran STEAM: Materi bidang sains, teknologi, teknik dan seni tertanam dalam materi bidang matematika	38
Gambar 2.3	Pendekatan Terpadu pada Pembelajaran STEAM.....	39
Gambar 2.4	Tetrahedron Didaktis dan Bukaannya	44
Gambar 2.5	Kubus ABCD.EFGH	49
Gambar 2.6	Jaring-Jaring Kubus ABCD.EFGH	51
Gambar 2.7	Balok PQRS.TUVW	52
Gambar 2.8	Jaring-jaring Balok PQRS.TUVW	53
Gambar 2.9	Tampilan Awal Geogebra	55
Gambar 2.10	Alat Konstruksi Objek Matematika pada Geogebra.....	56
Gambar 2.11	Proses Berulang dari Siklus Desain Mikro dan Hubungan Refleksif antara Teori dan Eksperimen	60
Gambar 2.12	Segitiga Situasi Didaktis	62
Gambar 3.1	Proses Berulang dari Siklus Desain Mikro.....	73
Gambar 3.2	Desain dan Alur Penelitian	75
Gambar 3.3	Proses Berulang dari Siklus Desain Mikro.....	77
Gambar 3.4	Model Interaktif pada Data Analisis.....	85

Gambar 4.1	Soal Identifikasi <i>Learning Obstacles</i> Sub Materi Unsur Kubus dan Balok	97
Gambar 4.2	Jawaban Siswa pada Soal Q1 Sub Materi Unsur Kubus dan Balok.....	99
Gambar 4.3	Jawaban Siswa pada Soal Q2 Sub Materi Unsur Kubus dan Balok.....	99
Gambar 4.4	Jawaban Siswa pada Soal Q3 Sub Materi Unsur Kubus dan Balok.....	101
Gambar 4.5	Jawaban Siswa pada Soal Q4 Sub Materi Unsur Kubus dan Balok.....	103
Gambar 4.6	Sajian Materi Pengayaan pada Buku Sumber Pelajaran Matematika	105
Gambar 4.7	Jawaban Siswa pada Soal Q5 Sub Materi Unsur Kubus dan Balok.....	107
Gambar 4.8	Soal Identifikasi <i>Learning Obstacles</i> pada Kemampuan Berpikir Kritis Sub Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	108
Gambar 4.9	Jawaban Siswa pada Soal Q1 Sub Materi Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	109
Gambar 4.10	Jawaban Siswa pada Soal Q2 Sub Materi Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	111
Gambar 4.11	Jawaban Siswa pada Soal Q3 Sub Materi Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	111
Gambar 4.12	Jawaban Siswa pada Soal Q4 Sub Materi Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	114
Gambar 4.13	Jawaban Siswa pada Soal Q5 Sub Materi Jaring-Jaring Kubus dan Balok.....	115
Gambar 4.14	Soal Identifikasi Hambatan Belajar pada Kemampuan Berpikir Kritis Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok.....	117
Gambar 4.15	Jawaban Siswa pada Soal Q1 Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok	118

Gambar 4.16	Jawaban Siswa pada Soal Q2 Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok	120
Gambar 4.17	Jawaban Siswa pada Soal Q3 Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok	121
Gambar 4.18	Jawaban Siswa pada Soal Q4 Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok	123
Gambar 4.19	Jawaban Siswa pada Soal Q5 Sub Materi Luas Permukaan Kubus dan Balok	125
Gambar 4.20	Jawaban Siswa pada Soal Q1 Sub Materi Volume Permukaan Kubus dan Balok	126
Gambar 4.21	Jawaban Siswa pada Soal Q2 Sub Materi Volume Permukaan Kubus dan Balok	129
Gambar 4.22	Jawaban Siswa pada Soal Q3 Sub Materi Volume Permukaan Kubus dan Balok	131
Gambar 4.23	Jawaban Siswa pada Soal Q4 Sub Materi Volume Permukaan Kubus dan Balok	133
Gambar 4.24	Jawaban Siswa pada Soal Q5 Sub Materi Volume Permukaan Kubus dan Balok	134
Gambar 4.25	Kegiatan Pembelajaran Materi Bangun Ruang Sisi Datar oleh Guru Pengampu	137
Gambar 4.26	Learning Trajectory Materi BRSD Kubus dan Balok	146
Gambar 4.27	Prosedur Desain Tetrahedron Didaktis	147
Gambar 4.28	HLT Universal Hipotesis Siklus 1	154
Gambar 4.29	Rancangan Tujuan Pembelajaran Tiap HLT	155
Gambar 4.30	Tetrahedron Didaktis dan Bukaannya	166
Gambar 4.31	<i>House of framework</i> Desain Tetrahedron Didaktis Hipotesis Kubus dan Balok dengan Pendekatan STEAM untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	168

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kisi-kisi dan Instrumen Diagnostik
- Lampiran 2 Lembar Validasi Tes Diagnostik
- Lampiran 3 Hasil Validasi Tes Diagnostik
- Lampiran 4 kisi-kisi dan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis
- Lampiran 5 Lembar Validasi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis
Matematis
- Lampiran 6 Hasil Validasi Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis
- Lampiran 7 Hasil Observasi Pembelajaran Kubus dan Balok
- Lampiran 8 Dokumentasi Analisis Karakteristik Learning Obstacle Siswa
- Lampiran 9 Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis
- Lampiran 10 Dokumentasi Teaching Experiment Siklus 1 dan Siklus 2
- Lampiran 11 Rekaman video observasi dan teaching experiment
- Lampiran 12 Hasil dan Dokumentasi FGD
- Lampiran 13 Manual Sheet Penggunaan Geogebra Kubus dan Balok
- Lampiran 14 Bahan Ajar Kubus dan Balok dengan Pendekatan STEAM

DAFTAR PUSTAKA

- Adelman, C., Ewell, P. T., Gaston, P. L., & Schneider, C. G. (2014). The Degree Qualifications Profile: A Learning-Centered Framework for What College Graduates Should Know and Be Able to Do to Earn the Associate Bachelor's or Master's Degree. In *Lumina Foundation for Education*.
- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., & Alfahnum, M. (2020). Analisis mengukur kemampuan berpikir kritis melalui pembelajaran menggunakan metode STEAM-PjBL. *Prosiding diskusi panel nasional pendidikan matematika*, 6(1). Universitas Indrapastra PGRI
- Akhmad, Y., Masrukhi, & Indiatmoko, B. (2020). The Effectiveness of the Integrated Project-Based Learning Model STEM to improve the Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *Educational Management*, 9(1), 9–16. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduman/article/view/35870>
- Aktoprak, A., & Hursen, C. (2022). A bibliometric and content analysis of critical thinking in primary education. *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101029. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101029>
- Alsaleh, N. J. (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 19(1), 21-39.
- Andrews-Larson, C., Wawro, M., & Zandieh, M. (2017). A hypothetical learning trajectory for conceptualizing matrices as linear transformations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(6), 809–829. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1276225>
- Anggraini, N. P., Siagian, T. A., Agustinsa, R., & Indicator, F. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Berbasis AKM. *Algoritma Journal of Mathematics Education (AJME)*, 4(1), 58–78. <https://doi.org/10.15408/ajme.v4i1.25325>
- Annisa, A., Suryadi, D., & Rosjanuardi, R. (2018). *Design Development of Determinant Lines Materials and Angles on Math Learning for Junior High School*. January. <https://doi.org/10.2991/incomed-17.2018.1>
- Aprillia, D., & Rahmawati, I. (2023). Penerapan aktivitas STEAM make craft with 3R (reduce, recycle, reuse) pada materi volume bangun ruang kelas 5 SD. *Jurnal penelitian Pendidikan guru sekolah dasar*, 11(8), 935-947.
- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>

- Aring, M. (2015). *Asean Economic Community 2015: Enchanging Competitiveness and Employability through Skill Development*. Bangkok : ILO Publications
- Arnellis, A., Suherman, S., & Amalita, N. (2019). Implementasi Learning Trajectory Kalkulus Berbasis Realistic Mathematics Education Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa Sma Kota Padang. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah*, 13(6), 11–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.33559/mi.v13i6.1399>
- Artigue, M., Haspekian, M., & Corblin-Lenfant, A. (2014). *Introduction to the theory of didactical situation (TDS)*. In: Ahsbahs & Prediger (Eds.), *Networking of theories as a research prattice in mathematics education* (pp.47 – 65). Switzerland: Springer International Publishing
- As'ari, R. A., Tohir, M., Valentino, E., Imron, Z., & Taufiq, I. (2017). *Matematika SMP/MTs Kelas VIII semester 2* (2ed ed.). Balitbang, Kemendikbud.
- Attard, C., & Holmes, K. (2020). “It gives you that sense of hope”: An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics. *Heliyon*, 6(1), e02945. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02945>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology : a cognitive view*. In *TA-TT*-(2d ed.). Holt, Rinehart and Winston. <https://doi.org/LK> - <https://worldcat.org/title/3516993>
- Aydogdu, M. Z., & Kesan, C. (2014). A research on geometry problem solving strategies used by elementary mathematics teacher candidates. *Online Submission*, 4(1), 53-62.
- Bakker, A., & van Eerde, D. (2015). *An Introduction to Design-Based Research with an Example From Statistics Education BT - Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education: Examples of Methodology and Methods* (A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg (eds.); pp. 429–466). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_16
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). Science, technology, engineering, mathematics (STEM): catalyzing change amid the confusion. Center on Instruction.
- Benyamin, B., Qohar, A., & Sulandra, I. M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Dalam Memecahkan Masalah SPLTV. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 909–922. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.574>
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art education*, 65(2), 40-47.

- Bissell, A. N., & Lemons, P. P. (2006). A New Method for Assessing Critical Thinking in the Classroom. *BioScience*, 56(1), 66–72. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)056\[0066:ANMFAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)056[0066:ANMFAC]2.0.CO;2)
- Bozkurt Altan, E., & Tan, S. (2021). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(3), 503–529. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09569-y>
- Brousseau, G. (1997). Theory of didactical situations in mathematics: Didactiques des mathématiques (1970–1990). (trans: Balacheff N., Cooper M., Sutherland R., Warfield V.). Dordrecht: Kluwer.
- Brousseau, G. (2002). Theory of didactical situations in mathematics. In N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield (Eds.), *Didactique des mathématiques, 1970_1990* (p. 228). Kluwer Academic Publishers.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and engineering teacher*, 70 (6), 5–9. *View at*.
- Brown, A. E. (2016). *Critical thinking to justify an answer in mathematics classrooms*. (Doctoral Dissertation). Walden University, Minneapolis. Retrieved from Proquest database.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35. <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909>
- Cahyani, V. P., & Ahmad, F. (2024). Efektivitas problem based learning terhadap keterampilan berpikir kritis, hasil belajar dan motivasi siswa. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 76–82. <https://doi.org/10.53696/venn.v3i2.155>
- Carperter, J., & Gorg, S. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston VA:National Council of Teachers of Mathematics.
- Castaño, J. P., Arnal-Pastor, M., Pagán-Castaño, E., & Guijarro-García, M. (2023). Bibliometric analysis of the literature on critical thinking: an increasingly important competence for higher education students. *Economic Research-Istrazivanja*, 36(2). <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2125888>
- Cesaria, A., & Herman, T. (2019). Learning obstacle in geometry. *Journal of engineering science and technology*, 14(3), 1271-1280.
- Clements, D., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14, 133–148. <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9173-0>

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). Learning trajectories. *Learning over time: Learning trajectories in mathematics education*, 1-30.
- Cohen J.A., Mannarino A.P., & Deblinger E. (2017). *Treating Trauma and Traumatic Grief in Children and Adolescents*. New York : The Guilford Press
- Couto, A., & Vale, I. (2014). Pre-service teachers' knowledge on elementary geometry concepts. *ETEN Annual Conference (2013)*, 9(2014), 57–73. <https://etenjournal.com/peer-reviewed-articlas/archive-articles/2014-in-progress/>
- Creswell. (2015). *Riset Perencanaan, dan evaluasi riset kualitatif dan kuantitatif Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Dalsgaard, P. (2014). Pragmatism and design thinking. *International Journal of Design*, 8(1), 143-155
- Danaryanti, A., & Lestari, A. T. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Matematika Mengacu Pada Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Pada Siswa Kelas Viii Smp Negeri Di Banjarmasin Tengah Tahun Pelajaran 2016/2017. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 116–126. <https://doi.org/10.20527/edumat.v5i2.4631>
- Denzin, Norman K. dan Yvonna S. Lincoln (eds.). 2009. *Handbook of Qualitative Research*. Terj. Dariyatno dkk. Jogjakarta: Pustaka Pelajar
- Dewey, J. (2022). *How we think*. DigiCat.
- Dewey, J. (1910). *How We Think* (Available). D.C. Heath. <https://plato.stanford.edu/entries/critical-thinking/index.html>
- Dong, M., Li, F., & Chang, H. (2023). Trends and hotspots in critical thinking research over the past two decades: Insights from a bibliometric analysis. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16934>
- Dores, O. J., Wibowo, D. C., & Susanti, S. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 242–254. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v2i2.889>
- De Coster, I., & Sigalas, E. (2017). Citizenship Education at School in Europe, 2017. Eurydice Brief. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission. Available from EU Bookshop)
- Ennis, R. H. (1985). A The Logical Basis for Measuring CT Skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44–48.
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (1985). *Cornell critical thinking tests level X & level Z: Manual*. Boise, ID: Midwest Publications

- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9–26). W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Er, Z. (2023). Examination of the relationship between mathematical and critical thinking skills and academic achievement. *Pedagogical Research*, 9(1), em0176. <https://doi.org/10.29333/pr/14028>
- Evayanti, M. (2017). *Desain didaktis konsep garis dan sudut berdasarkan Realistic Mathematic Education (RME) pada pembelajaran matematika Sekolah Menengah Pertama (SMP)* [Universitas Pendidikan Indonesia]. https://repository.upi.edu/33717/5/T_MTK_1503302
- Facione, P. A. (1990). *The California critical thinking skills test: College level*. Millbrae, CA: California Academic Press.
- Fadillah, R. N., Jatmiko, B., & Widodo, W. (2023). Critical Thinking Profile of Senior High School Students in terms of Argumentation-Based Learning. *Studies in Learning and Teaching*, 3(3), 149–162. <https://doi.org/10.46627/silet.v3i3.174>
- Farib, P. M., Ikhsan, M., & Subianto, M. (2019). Proses berpikir kritis matematis siswa sekolah menengah pertama melalui discovery learning. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 99–117. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.21396>
- Faizah, S. N., & Sutarni, S. (2023). Investigasi kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah HOTS matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*. 7(2), 1963-1975.
- Fitria, N. A., Subandar, J., & Kadarisma, G. (2024). Proses berpikir kritis siswa ditinjau dari kemampuan awal matematis. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 7(4), 765–778. <https://doi.org/10.32672/perisai.v3i1.464>
- Fitriani, D. A. (2022). *Desain pembelajaran garis dan sudut kelas vii berbasis stem melalui lesson study untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Doctoral dissertation*. Universitas PGRI Semarang
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Dordrecht: Kluwer.
- Gandi, A. S. K., Haryani, S., & Setiawan, D. (2021). The Effect of Project-Based Learning Integrated STEM Toward Critical Thinking Skill Article Info. *Journal of Primary Education*, 10(1), 18–23. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/33825>
- Glaser, E. M. (1972). *An experiment in the development of critical thinking*. AMS

Press.

- Gleason, N. W. (2018). Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution. In *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0>
- Gravemeijer, K. (1999). Mathematical Thinking and Learning How Emergent Models May Foster the Constitution of Formal Mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 155–177.
- Gravemeijer, K. (2004). Local Instruction Theories as Means of Support for Teachers in Reform Mathematics Education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 105-128. http://dx.doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_3
- Gravemeijer, K., & Eerde, D. Van. (2009). Design research as a means for building a knowledge base for teachers and teaching in mathematics education. *Elementary School Journal*, 109(5), 510–524. <https://doi.org/10.1086/596999>
- Gundumogula, M. (2020). Importance of Focus Groups in Qualitative Research. *The International Journal of Humanities & Social Studies*, 8. <https://doi.org/10.24940/theijhss/2020/v8/i11/HS2011-082>
- Gunhan, B. C. (2014). A case study on the investigation of reasoning skills in geometry. *South African Journal of Education*, 34(2), 1–19. <https://doi.org/10.15700/201412071156>
- Haddar, G. A. H., Hendriyanto, D., Munandar, H., & Kelibia, M. U. (2023). Analysis of the effectiveness of project steam-based learning model to improve students'critical thinking skills. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(5), 10519-10525.
- Hajizah, M. (2022). Desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik untuk mengembangkan kemampuan berpikir aljabar. *Doctoral dissertation*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Halpern, D. F. (2012). *Halpern critical thinking assessment: Test manual*. Mödling, Austria: Schuhfried GmbH
- Harnas, D. M., & Hidayati, A. (2021). Pengembangan LIT Topik-topik Keliling dan Luas Persegi Panjang Berbasis Pendekatan Realistic Mathematic Education di Sekolah Dasar. *Basicedu*, 5(1), 77–87. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.567>
- Hariyanto, H., Yamtinah, S., Sukarmin, S., Saputro, S., & Mahardiani, L. (2019). Penerapan Model Project Based Learning (PJBL) Terintegrasi Pendekatan Stem Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik di Salah Satu Sekolah Daerah Tangerang S. *Seminar Nasional Pendidikan Sains, 2014*, 256–

261. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/view/12848>
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. In M. . Knine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education: Teory and Practice* (pp. 57–78). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4
- Hered, F., Bentri, A., Fauzan, A., & Fitria, Y. (2021). Pengembangan Local Instructional Theory Topik Perbandingan Berbasis Pendekatan RME di sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3321–3333. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1304>
- Hidajat, D. (2018). Analisis Kesulitan Dalam Penyelesaian Permasalahan Ruang Dimensi Dua. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 1(1). <https://doi.org/10.21043/jpm.v1i1.4452>
- Hollebrands, K. F. (2017). A framework to guide the development of a teaching mathematics with technology massive open online course for educator (mooc-ed). *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 80–89. <https://doi.org/10.1201/b17219-2>
- Hollebrands, K., & Okumuş, S. (2018). Secondary mathematics teachers' instrumental integration in technology-rich geometry classrooms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 49, 82-94.
- Ichsan, I., Mulyati, M., Duma, S. Y., & Nirfayanti, N. (2024). The effectiveness of mathematics learning with the STEAM approach in improving students' critical thinking skills. *Aksioma Education Journal*. 1(3), 1-16. <https://doi.org/10.62872/y2rh7g04>
- Indah, A. D., & Fauzan, A. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik kelas VIII SMP Negeri 3 Payakumbuh menggunakan watson-glaser critical thinking appraisal. *Jurnal Edukasi dan Penelitian matematika*. 8(3), 173-177.
- Irawan, E. (2024). Keterampilan computational thinking mahasiswa melalui penerapan desain didaktis dengan memanfaatkan perangkat lunak-r pada mata kuliah statistika. Doctoral dissertation. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Irawan, T. A., Rahardjo, S. B., & Sarwanto. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII-A SMP Negeri 1 Jaten. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 21, 232–236. <http://www.jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/viewFile/11418/8103>
- Isnani, M. I., & Kadariisma, G. 2020. Analisis epistemological obstacles siswa SMA pada materi trigonometri. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*. 3(5), 547-558. DOI 10.22460/jpmi.v3i5.547-558.

- Isnawan, G. M. (2023). Didactical Design Research. In *Nashir Al-Kutub Indonesia* (Issue August 2023). Nashir Al-Kutub Indonesia.
- Isnawan, M. G., Alsulami, N. M., Bonyah, E., & Dejarlo, J. O. (2024). Pembelajaran Pola Bilangan di SMP: Sebuah Aktivitas Lesson Study Berbasis Bidactical Design Seseach. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 1–13. <https://online-journal.unja.ac.id/edumatica/article/view/28645/17921>
- Jansson, L. C. (1986). Logical reasoning hierarchies in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17(1), 3-20. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.17.1.0003>
- Johar, R., Aklimawati, A., Zubainur, C. M., Ikhsan, M. I. M., & Chandrawati, A. E. (2016). Pembelajaran Menemukan Nilai PHI (π) melalui Pendekatan Matematika Realistik di Sekolah Dasar. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 7(2), 199-207.
- Juanti, S., Karolina, R., & Zanthi, L. S. (2021). Analisis Kesulitan Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pendidikan Matematika Inovatif*, 4(2), 239–248. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i2.239-248>
- Kahfi, M., Ratnawati, Y., Setiawati, W., & Saepuloh, A. (2021). Efektivitas Pembelajaran Kontekstual Dengan Menggunakan Media Audiovisual Dalam Meningkatkan Motivasi Dan Prestasi Siswa Pada Pembelajaran Ips Terpadu. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 7(1), 84–89. <https://doi.org/10.36312/jime.v7i1.1636>
- Kant, I., Meiklejohn, J. M. D., Abbott, T. K., & Meredith, J. C. (1934). *Critique of pure reason* (p. 51). London: JM Dent.
- Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, Curricular and Programmatic Developments in Arts-based Science, Technology, Engineering and Mathematics Education. *Arts Education Policy Review*, 119(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>
- Kemendikbud. (2013). *Desain induk kurikulum 2013*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khaeriyah, D. Z. (2022). Desain pembelajaran bangun ruang sisi datar kelas viii berbasis stem melalui lesson study untuk meningkatkan kemampuan literasi numerik matematis siswa. *Doctoral dissertation*. Universitas PGRI Semarang.

- Khine, M. S. (2019). STEAM Education. Theory and Practice. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG
- Kohar, A. W., Fachrudin, A. D., & Wadidah, S. (2021). Facilitating Students' Multiple Intelligences through RME: A Learning Trajectory of Volume and Surface Area Measurement. *Inomatika*, 3(1), 27–50. <https://doi.org/10.35438/inomatika.v3i1.248>
- Krulik, S. dan Rudnick J.A.(1999). *Innovative Tasks to Improve Critical and Creative Thinking Skills. Dalam Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12*. Stiff. L.V dan Curcio FR. Ed. 1999 Yearbook. Reston: NCTM,
- Kuntze, S., Aizikovitsh-Udi, E., & Clarke, D. (2017). Hybrid task design: Connecting learning opportunities related to critical thinking and statistical thinking. *ZDM*, 49(6), 923-935. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0874-4>
- Kurniasih, I. Y., Miskalena., & Ifwandi. (2017). Persepsi siswa terhadap upaya guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan dalam memodifikasi media. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Jasmani, Kesehatan Dan Rekreasi*, 3(3), 159–167.
- Kushwaha, R. C., Chaurasia, P. K., & Singhal, A. (2014). Impact on Students' Achievement in Teaching Mathematics Using Geogebra. *2014 IEEE Sixth International Conference on Technology for Education*, 134–137. <https://doi.org/10.1109/T4E.2014.54>
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM education through project-based learning. *Learning.Com*, 12(4), 1-12.
- Lantakay, C. N., Senid, P. P., Blegur, I. K. S., & Samo, D. D. (2023). Hypothetical Learning Trajectory: Bagaimana Perannya dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar? *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(2), 384–393. <https://doi.org/10.29303/griya.v3i2.329>
- Lefa, B. (2014). The Piaget Theory of cognitive development: and educational implications. *Educational Psychology*, 1(1), 1–8. <https://www.researchgate.net/publication/265916960>
- Lestari, H., & Rahmawati, I. (2020). Integrated STEM through Project Based Learning and Guided Inquiry on Scientific Literacy Abilities in Terms of Self-Efficacy Levels. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v7i1.5883>
- Lisa Astriani, Abdul Mujib, & Firmansyah. (2022). Didactic Design for Overcoming Learning Obstacles in Mathematics of Junior High School Students. *International Journal of Educational Research Excellence (IJERE)*, 1(1), 58–62. <https://doi.org/10.55299/ijere.v1i1.97>

- Maeda, J. (2013). Artists and scientists: More alike than different. *Scientific American*. <https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/artists-and-scientists-more-like-than-different/>.
- Manno, G. (2006). Embodiment and didactical situation in the teaching learning of the perpendicular straight lines concept. Disertasi. Departement of Didactic Mathematics Comenius University Bratislava.
- Markham, T. (2012). STEM, STEAM, and PBL. Retrieved from <http://edge.ascd.org/blogpost/stem-steam-and-pbl>
- Maulana, I., & Leonard. (2018). Pendekatan konstruktivisme dengan strategi pembelajaran tugas dan paksa. *Peran Pendidikan Tinggi Dalam Bidang Penelitian Pada Revolusi Industri 4.0*, 1(1), 404–416. <https://doi.org/10.31851/kalpataru.v4i1.2443>
- Miles, M.B., Huberman, A.M., Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications, Inc.
- Miller, A. (2014). PBL and STEAM education: A natural fit. Retrieved from <http://www.edutopia.org/blog/pbl-and-steam-natural-fit-andrew-miller>
- Morrison, J. (2006). STEM education monograph series: Attributes of STEM education. *Teaching Institute for Essential Science*, Baltimore, MD.
- Moru, E. K. (2009). Epistemological obstacles in coming to understand the limit of a function at undergraduate level: a case from the national university of lesotho. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 431–454. <https://doi.org/10.1007/s10763-008-9143-x>
- Muin, A., & Fatma, M. (2021). Hypothetical learning trajectory design in development of mathematics learning didactic design in madrasah. *Journal of Physics: Conference Series*, 1836(1), 12070. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012070>
- Mulyasa. 2013. *Penilaian Kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Nada, Q., Pramasdyahsari, A. S., & Albab, I. U. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning STEAM Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung*, 11(2), 85-92.

- National Research Council. (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11625>
- NCTM. (2000). Principles and standards for school mathematics. USA: NCTM
- NCTM. (2000). *National Council of Teacher of Mathematics, Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teacher of Mathematics.
- Novita, R., Prahmana, R. C. I., Fajri, N., & Putra, M. (2018). Penyebab kesulitan belajar geometri dimensi tiga. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(1), 18–29. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v5i1.16836>
- Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi STEAM Dalam Pembelajaran Matematika. *Didactical Mathematics*, 1(2), 41–50. <https://doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1508>
- Nurhikmayati, I., Kusumah, Y. S., & Darhim, D. (2024). Mathematical critical thinking skills through STEM/STEAM approach: A systematic literature review. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 35, 145–160. <https://doi.org/10.55549/epess.810>
- Nurhikmayati, I., Priatna, N., Dahlan, J. A., & Minasyan, S. (2024). An ex post facto study of critical thinking skills in mathematics learning based on school geography. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 15. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v15i1.19330>
- Nurlaila. (2023). Peningkatan Kemampuan Guru dalam Penyusunan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) melalui Workshop (Penelitian Tindakan di MTsN 2 Kota Lhokseumawe). *ITQAN: Jurnal Ilmu-Ilmu Kependidikan*, 14(1), 15–28. <https://doi.org/10.47766/itqan.v14i1.664>
- Nurmalia, N. R., & Sari, C. K. (2023). Kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah HOTS. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 6(5), 2053–2064. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i5.19342>
- Nursyamsiah, G., Savitri, S., Yuspriyati, D. N., & Zanthi, L. S. (2020). Analisis Kesulitan Siswa SMP Kelas VIII dalam Menyelesaikan Soal Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 7(1), 98–102. <https://journal.ikipsiliwangi.ac.id/index.php/jpmi/article/view/4037>
- Pagán Castaño, J., Arnal-Pastor, M., Pagán-Castaño, E., & Guijarro-García, M. (2023). Bibliometric analysis of the literature on critical thinking: an increasingly important competence for higher education students. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(2).

- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3rd ed.). California: Sage Publishing.
- Permendikbudristek. (2022). Permendikbudristek No 21 Tahun 2022 tentang Standar Penilaian Pendidikan Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah.
- Plomp, T. (2006). Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Introducing Educational Design Research*. Van Den, J Gravemeijer, K McKenney, S Nieveen, N (p. 163). Netzdruk, Enschede.
- Prabawanto, S. (2018). The enhancement of students' mathematical self-efficacy through teaching with metacognitive scaffolding approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012135>
- Prahmana, R. C. I. (2017). *Design Research (Teori dan Implementasinya: Suatu Pengantar)*. Jakarta: Rajawali Press.
- Pratiwi, A. N., Aisyah, N., Somakim, S., & Kamran, M. (2023). STEM-based approach: A learning design to improve critical thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 225-237.
- Prediger, S. (2019). Theorizing in design research. *Avances de Investigación En Educación Matemática*, 15, 5–27. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i15.265>
- Presianawati, V., Saputro, B. A., & Handayani, D. E. (2022). Desain Didaktis Pembelajaran Rumus Luas Segi Empat Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Didaktis Indonesia*, 2(1), 19–38.
- Priatna, N., Lorenzia, S. A., & Muchlis, E. E. (2020). Pengembangan model project-based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(3), 347–359. <https://doi.org/10.17509/jpp.v20i3.29636>
- Puspita, E., Suryadi, D., & Rosjanuardi, R. (2023). The Effectiveness of Didactic Designs for Solutions to Learning-Obstacle Problems for Prospective Mathematics Teacher Students: Case Studies on Higher-Level Derivative Concepts. *Mathematics Teaching Research Journal*, 15(3), 5-18.
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). Finding the joy in the unknown”: Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 3, 1–17.
- Rahmawati, Y., Hadinugrahaningsih, T., Ridwan, A., Palimbunga, U. S., & Mardiah, A. (2021). Developing the critical thinking skills of vocational school students in electrochemistry through STEM - project-based learning (STEM-PjBL). *AIP Conference Proceedings*, 2331(1), 40002. <https://doi.org/10.1063/5.0041915>

- Rahmi, L., & Yulianti, K. (2022). Learning obstacles yang dihadapi siswa dalam memahami topik relasi dan fungsi. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(4), 929–940. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i4.929-940>
- Ramdaniah, M. (2020). Meningkatkan Pemahaman Konsep Volume Kubus Dan Balok Melalui Pembuatan Bangun Ruang 3D Geogebra. *JIRA: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 1(4), 309–318. <https://doi.org/10.47387/jira.v1i4.55>
- Retnawati, H., Arlinwibowo, J., & Sulistyaningsih, E. (2017). The Student's Difficulties In Completing Geometry Items Of National Examination. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications (IJONTE)*, 8(4), 28–38. <http://ijonte.org>
- Retno, E. W., Rochmad, & St. Budi Waluyo. (2018). Penilaian Kinerja Sebagai Alternatif Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 522–530. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/20134/9545>
- Risi, V. De. (2015). *Mathematizing Space: The Objects of Geometry from Antiquity to the Early Modern Age*. Birkhäuser.
- Roberts, A., dan Cantu, D. 2012. Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. Department of STEM education and profesional studies old dominion university. Norfolk, VA, USA.
- Rohmah, N. Z., & Mashuri, M. (2021). Mathematical critical thinking ability in terms of mathematical anxiety in Smart Card assisted Brain-Based Learning model. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 10(1), 63–70. <https://doi.org/10.15294/ujme.v10i1.41858>
- Rohmatunnisa, Z. J., Anita, I. W., Rohaeti, E. E., & Sariningsih, R. (2022). Analisis motivasi belajar siswa smp kelas VIII pada materi bangun ruang sisi datar berbantuan geogebra. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(4), 1061–1070. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i4.1061-1070>
- Rohmawati, A. (2015). Efektivitas pembelajaran. *Jurnal pendidikan usia dini*, 9(1), 15-32. <https://doi.org/10.21009/JPUUD.091>
- Rusilowati, A. (2015). Pengembangan Tes Diagnostik Sebagai Alat Evaluasi Kesulitan Belajar Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 1–10.
- Rusydi, A., Yani, I., & Sagita, N. (2015). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas Vi Sd Pada Materi Volume Kubus Dan Balok Dengan Menggunakan Alat Peraga Vokuba. *Jurnal Pelangi*, 8(1), 24–33. <https://doi.org/10.22202/jp.2015.v8i1.337>

- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J., & Tiberghien, A. (2009). Design tools in didactical research: Instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational researcher*, 38(5), 329-342.
- Ruthven, K. (2012). The didactical tetrahedron as a heuristic for analysing the incorporation of digital technologies into classroom practice in support of investigative approaches to teaching mathematics. *ZDM - Mathematics Education*, 44(5), 627–640. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0376-8>
- Sachdeva, S., & Eggen, P.-O. (2021). Learners' Critical Thinking About Learning Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0644. <https://doi.org/10.29333/iejme/11003>
- Salsabila, U. H., & Agustian, N. (2021). Peran Teknologi Pendidikan Dalam Pembelajaran. *Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 123–133. <https://doi.org/10.55681/sentri.v3i7.3115>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEM Mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sari, R. R., & Roesdiana, L. (2020). Analisis Learning Obstacle Siswa SMP Pada Materi Segiempat dan Segitiga. *Prosiding Sesiomadika*, 779–786.
- Septiana, R., Febriarini, Y. S., & Zanthi, L. S. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Smp. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 2(6), 393–400. <https://doi.org/10.30862/jhm.v2i2.68>
- Setiawati, A., Ajizah, D. N., Anisa, N. N., Ambarwati, P., Izzati, Z. A. N., & Erika, F. (2021). the 21St Century Skills on Chemistry Learning Based on Virtual Lab in Senior High School. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 11(1), 27–39. <https://doi.org/10.26740/jpps.v11n1.p27-39>
- Shadiq, F. (2019). Pembelajaran Matematika pada Era Industri 4.0. Suatu Tantangan Bagi Guru dan Pendidik Matematika. *Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Matematika UMT*. <http://dx.doi.org/10.31000/cpu.v0i0>
- Sholihah, S. Z., & Afriansyah, E. A. (2018). Analisis Kesulitan Siswa dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 287–298. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v6i2.317>
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114. <https://doi.org/10.2307/749205>
- Simon, M. A. (2018). An emerging methodology for studying mathematics concept learning and instructional design. *Journal of Mathematical Behavior*,

- 52(January), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.03.005>
- Siregar, K. D. P., Ramadhaniyati, R., Muhammad, I., & Triansyah, F. A. (2023). Analisis Bibliometrik: Fokus Penelitian Critical Thinking pada Sekolah Menengah (1992-2023). *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 349–360. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i1.265>
- Sriraman, B., & English, L. D. (Eds.). (2010). *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 309-331). New York: Springer.
- Starzinski, A. (2017). *Foundational Elements of A Steam Learning Model For Elementary School*. Dissertations. 4349. School of Education and Leadership Student Capstone: Hamline University.
- Steinbring, H. (2005). *The construction of new mathematical knowledge in classroom interaction: An epistemological perspective*. New York: Springer.
- Steinbring, H. (2005). Analyzing mathematical teaching-learning situations – the interplay of communicational and epistemological constraints. *Educ. Stud. Math.* 59,313–324. doi: 10.1007/s10649-005-4819-4
- Stompff, G., Van, B. T., & Smulders, F. (2022). The generative dance of design inquiry: Exploring Dewey’s pragmatism for design research. *Design Studies*, 83, 101136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.destud.2022.101136>
- Sumaji, S. (2019). Implementasi Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran Matematika. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNAPMAT)* (pp. 7-15).
- Sunarsih, S., Yunarti, T., & Brarata, H. (2016). Desain didaktis matematika melalui metode socrates kontekstual untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung* 2, 4(8), 1-14.
- Supriadi, S. (2019). Didactic design of sundanese ethnomathematics learning for primary school students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(11), 154-175.
- Suryadi, D. (2011). *Didactical Design Research (DDR) dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika. Joint-Conference UPI-UTiM. April.*
- Suryadi, D. (2013). Didactical design research (DDR) dalam pengembangan pembelajaran matematika. In *Prosiding seminar nasional matematika dan pendidikan matematika* (Vol. 1, No. 1, pp. 3-12).
- Suryadi, D. (2019). *Penelitian Desain Didaktis (DDR) dan Implementasinya*. Gapura Press.

- Suryanto, A. (2012). Konsep dasar penilaian dalam pembelajaran. *Evaluasi Pembelajaran Di SD*, 5(1), 63.
- Susanti, E., & Kurniawan, H. (2020). Design pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM (science, technology, engineering, mathematics). *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 37-52.
- Susilo, B. E. (2017). Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa Pada Materi Hal Sejajar, Bersilangan, Dan Tegak Lurus Dalam Mata Kuliah Geometri Ruang Ditinjau Dari Gaya Belajar Mahasiswa. *SOSIOHUMANIORA: Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 3(2), 127–136. <https://doi.org/10.30738/sosio.v3i2.1611>
- Syah Putri, L., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis Kesulitan Siswa Kelas V Sekolah Dasar dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Bangun Ruang. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, 8(1), 65–74. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/terampil/index>
- Tall, D. (1986). Using the computer as an environment for building and testing mathematical concepts: a tribute to richard skemp. *Papers in Honour of Richard Skemp*, 21–36.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of the research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation. Retrieved from http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in our Times*. San Francisco: Jossey- Bass, A Wiley Imprint.
- Utami, T. (2023). Profile of Students' Critical Thinking Ability with Citatah Karst Damage as a Learning Source. *Proceedings of International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology, 2009*, 128–134.
- Utari, E. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Watson's Error Category Dalam Menyelesaikan Soal Model PISA Ditinjau Dari Gaya Kognitif Field dependent-Field Independent. Skripsi. Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Van De Walle, J. (2006). *Matematika sekolah dasar dan menengah jilid 2* (keenam). Jakarta: Erlangga.
- Wan, Z. H., So, W. M. W., & Hu, W. (2021). Necessary or sufficient? The impacts of epistemic beliefs on STEM creativity and the mediation of intellectual risk-taking. *International Journal of Science Education*, 43(5), 672–692. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1877368>
- Wang, Y., Hu, W., & Shen, J. (2019). Research on the teaching mode of junior middle school information technology based on critical thinking process. *Proceedings - International Joint Conference on Information, Media, and Engineering*,

- IJCIME 2019*, 327–330. <https://doi.org/10.1109/IJCIME49369.2019.00072>
- Waruwu, L., Gulo, Y., Halawa, S., & Zalukhu, N. M. (2024). Analisis Mendalam terhadap Perubahan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa melalui Kurikulum Merdeka. *Journal of Education Research*, 5(3), 3783–3789. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i3.1329>
- Wastiani, R., Taufiq, M., & Wijaya, A. B. (2023). Pengaruh pendekatan STEAM berbasis project based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis pada mata pelajaran matematika SMP Labschool Cibubur. *Jurnal Konatif*. 1(1), 75-87. <https://doi.org/10.62203/jkkip.v1i1.10>
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1980). *Watson-Glaser critical thinking appraisal: Forms A and B; Manual*. Psychological Corporation.
- Watson, A. D. (2015). Design thinking for life. *Art Education*, 68(3), 12–18.
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113. <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.18561>
- Winarni, J., Zubaidah, S., & H, S. K. (2016). STEM: apa, mengapa, dan bagaimana. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM* (Vol. 1, pp. 976–984).
- Wiryanto, W., Ainurrohman, I., & Yasin, F. N. (2021). Keterlaksanaan Kurikulum 2013 Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Masa Pembelajaran Online Pandemi Covid-19. *Jurnal Review Pendidikan Dasar: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 7(3), 186–193. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v7n3.p186-193>
- Yeany, R.H. & Miller, P.A. (1993). Effect of diagnostic remedial instruction on science learning: A meta analysis. *Journal for Research in Science Teaching*, 20, 19-26
- Zulfikar, H. A., Suryana, Y., & Lidinillah, A. M. (2018). Desain Didaktis Volume Kubus dan Balok untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Pedadidaktika: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(1), 62–73. <http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>