

**MODEL *PROJECT-BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN STEM
UNTUK PENCAPAIAN KEMANDIRIAN BELAJAR
SERTA PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SMP**

DISERTASI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh
Gelar Doktor dalam Pendidikan Matematika



Oleh:

FITRI AIDA SARI

1906488

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

**Model *Project-Based Learning* dengan Pendekatan STEM
untuk Pencapaian Kemandirian Belajar
serta Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah
dan Komunikasi Matematis Siswa SMP**

Oleh
Fitri Aida Sari

S.Pd. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2014
M.Pd. Universitas Pendidikan Indonesia, 2017

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

© Fitri Aida Sari 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
September 2024

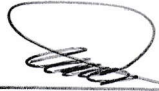
Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Disertasi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

**MODEL *PROJECT – BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN STEM
UNTUK PENCAPAIAN KEMANDIRIAN BELAJAR
SERTA PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SMP**

**Fitri Aida Sari
NIM.1906488**

Disetujui dan Disahkan oleh Tim Penguji Disertasi:



Prof. H. Yaya S. Kusumah, M.Sc., Ph.D.
Promotor merangkap Ketua



Prof. Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.
Ko-promotor merangkap Sekretaris



Prof. Al Jupri, S.Pd., M.Sc., Ph.D.
Anggota Penguji

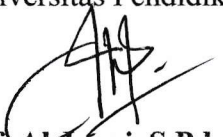


Dr. Dadan Dasari, M.Si.
Anggota Penguji



Prof. Dr. Zulkardi, M.Kom.
Penguji Luar Universitas

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1, S2, dan S3 Pendidikan Matematika
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia



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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Model *Project-Based Learning* dengan Pendekatan STEM untuk Pencapaian Kemandirian Belajar serta Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa SMP” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024
Yang membuat pernyataan

Fitri Aida Sari

KATA PENGANTAR

Dengan rahmat dan ridha Allah Subhanahu wa Ta'ala, serta salawat serta salam yang senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, saya dengan penuh syukur mempersembahkan disertasi yang berjudul **“Model *Project-Based Learning* dengan Pendekatan STEM untuk Pencapaian Kemandirian Belajar serta Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa SMP”**. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak terlepas dari karunia dan petunjuk-Nya yang tiada henti. Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam, yang telah memberikan kekuatan, ilham, dan kemudahan dalam menuntaskan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa selesainya disertasi ini tidak terlepas dari motivasi, bimbingan, dan diskusi dengan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hati yang tulus dan ikhlas penulis haturkan limpah terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. H. Yaya S. Kusumah, M.Sc., Ph.D., selaku Promotor yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing penulis dengan memberikan inspirasi tentang ide-ide dalam penelitian ini, memberikan memotivasi dan mengikuti perkembangan proses penulisan dari awal hingga selesainya disertasi ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. Dadang Juandi, M.Si., selaku Kopromotor yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing penulis dengan memberikan inspirasi tentang ide-ide dalam penelitian ini, memberikan memotivasi dan mengikuti perkembangan proses penulisan dari awal hingga selesainya disertasi ini.
3. Bapak Prof. Dr. H. Tatang Herman, M.Ed., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, yang senantiasa dengan kebijakannya sebagai pimpinan membantu kelancaran selama perkuliahan maupun proses penyelesaian disertasi ini.
4. Bapak Prof. Al Jupri, M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika, yang senantiasa memberikan kemudahan demi kelancaran selama

masa perkuliahan maupun proses penyelesaian disertasi ini, serta saran-saran kritis untuk perbaikan kualitas disertasi ini.

5. Bapak/Ibu Dosen Program Doktor Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia, yang telah membekali penulis dengan sejumlah ilmu pengetahuan dan pengalaman terutama berkaitan dengan proses dan laporan suatu penelitian.
6. Kedua orang tua Bapak Mamet Prawirasetiawan dan Ibu Yuliana yang selalu memberikan dukungan berupa doa, dan motivasi bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan disertasi ini.
7. Suami tercinta Ryan Handoko serta kedua Anak tercinta Arkaan Xavier Gumay dan Aezar Faheel Gumay sebagai tumpuan harapan dan semangat untuk segera menyelesaikan studi.
8. Rekan-rekan seangkatan S3 Pendidikan Matematika SPs UPI tahun 2019 yang telah berjuang bersama, memberikan dukungan moril maupun materil selama proses perkuliahan maupun penyelesaian disertasi ini.
9. Seluruh staf non edukatif SPs UPI yang telah memberikan bantuan layanan administrasi sejak awal perkuliahan hingga proses penyelesaian disertasi ini.

Penulis juga menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima setiap kritik, saran, dan masukan yang dapat memperkaya dan meningkatkan kualitas penelitian ini di masa mendatang. Terakhir, penulis berharap disertasi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan pendidikan matematika, serta dapat memberikan inspirasi dan motivasi bagi para pembaca untuk terus mengembangkan dunia pendidikan demi terwujudnya generasi yang cerdas, kreatif, dan mandiri.

Bandung, Agustus 2024

Fitri Aida Sari

ABSTRAK

Fitri Aida Sari (2024). Model *Project-Based Learning* dengan Pendekatan STEM untuk Pencapaian Kemandirian Belajar serta Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa SMP

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang kian pesat saat ini tidak lepas dari peranan penting matematika. Oleh karena itu, siswa perlu difasilitasi untuk memiliki kemampuan-kemampuan matematis seperti kemampuan pemecahan masalah matematis (KPMM) dan kemampuan komunikasi matematis (KKM) yang didukung dengan kemampuan untuk mengatur dan mengendalikan aktivitas belajar serta memilih strategi belajar. Namun, banyak penelitian yang menunjukkan KPMM dan KKM siswa yang masih rendah. Penelitian ini mengkaji pencapaian dan peningkatan KPMM dan KKM, serta pencapaian kemandirian belajar siswa SMP melalui penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu kuasi eksperimen dengan desain *nonequivalent comparison group*. Partisipan penelitian ini sebanyak 137 siswa sekolah menengah pertama. Alat pengumpulan data yang digunakan berupa tes KPMM, tes KKM, kuesioner kemandirian belajar, lembar wawancara, dan lembar observasi. Hasil analisis data menunjukkan bahwa: 1) pencapaian KPMM, KKM, dan kemandirian belajar siswa serta peningkatan KPMM dan KKM siswa yang mendapat model PjBL dengan pendekatan STEM lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional; 2) pada setiap kategori kemampuan awal matematis, pencapaian KPMM, KKM, dan kemandirian belajar siswa serta peningkatan KPMM dan KKM siswa yang mendapat model PjBL dengan pendekatan STEM lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional; 3) pada setiap kategori peringkat sekolah, pencapaian KPMM, KKM, dan kemandirian belajar siswa serta peningkatan KKM siswa yang mendapat model PjBL dengan pendekatan STEM lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional; 4) pada kategori peringkat sekolah tinggi peningkatan KPMM siswa yang mendapat model PjBL dengan pendekatan STEM lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional, sedangkan pada kategori peringkat sekolah sedang, peningkatan KPMM siswa yang mendapat model PjBL dengan pendekatan STEM tidak lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional; 5) tidak terdapat pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematis terhadap pencapaian dan peningkatan KPMM dan KKM serta pencapaian kemandirian belajar siswa; 6) tidak terdapat pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan peringkat sekolah terhadap pencapaian dan peningkatan KPMM dan KKM serta pencapaian kemandirian belajar siswa; 7) model PjBL dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh yang besar terhadap pencapaian dan peningkatan KPMM dan KKM serta pencapaian kemandirian belajar siswa; 8) kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal KPMM dan KKM adalah kesalahan faktual, prosedural, dan konseptual.

Kata Kunci: Kemampuan pemecahan masalah matematis, kemampuan komunikasi matematis, kemandirian belajar, model PjBL dengan pendekatan STEM, kemampuan awal matematis, peringkat sekolah.

ABSTRACT

Fitri Aida Sari (2024). Project-Based Learning Model with STEM Approach for Achieving Self-Regulated Learning and Improving Mathematical Problem Solving and Mathematical Communication Ability of Junior High School Students

The rapid development of technology and science today cannot be separated from the critical role of mathematics. Students need to be facilitated to have mathematical abilities such as mathematical problem-solving ability (MPSA) and mathematical communication ability (MCA), supported by the capability to organize and control learning activities and choose learning strategies. However, many studies have shown low MPSA and MCA among students. This research examines the junior high school students' achievement and enhancement of MPSA and MCA, and also the achievement of self-regulated learning students through applying PjBL model with STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach. This research uses a quantitative method, a quasi-experiment with a nonequivalent comparison group design. The participants in this research were 137 junior high school students. The data collection tools included the MPSA test, MCA test, self-regulated learning questionnaire, interview sheet, and observation sheet. The findings of this research are 1) the achievement of MPSA, MCA, and self-regulated learning of the students and the enhancement of MPSA and MCA of the students who received PjBL model with STEM approach were better than the students who received conventional learning; 2) in each mathematical prior knowledge category, the achievement of MPSA, MCA, and self-regulated learning of the students and the enhancement of MPSA and MCA of the students who received PjBL model with STEM approach were better than the students who received conventional learning; 3) in each school ranking category, the achievement of MPSA, MCA, and self-regulated learning of the students, and also the enhancement of MCA of the students who received PjBL model with STEM approach were better than the students who received conventional learning; 4) in schools with high ranking category, enhancement of MPSA of the students who received PjBL model with STEM approach were better than the students who received conventional learning, while in schools with medium ranking category, the achievement and enhancement MPSA of the students who received PjBL model with STEM approach were not better than the students who received conventional learning; 5) there is no interaction effect between the learning models and mathematical prior knowledge on the achievement and enhancement of MPSA and MCA, and also the achievement of self-regulated learning of the students; 6) there is no interaction effect between the learning models and school ranking on the achievement and enhancement of MPSA and MCA, and also the achievement of self-regulated learning of the students; 7) PjBL model with STEM approach has a big influence on the students' MPSA, MCA, and self-regulated learning achievement and the enhancement of MPSA and MCA; 8) the student errors in solving MPSA and MCA questions are factual, procedural, and conceptual errors.

Keywords: Mathematical problem-solving ability, mathematical communication ability, self-regulated learning, PjBL model with STEM approach, mathematical prior knowledge, school ranking.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	11
1.3 Tujuan Penelitian	12
1.4 Manfaat Penelitian	13
1.5 Definisi Operasional	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA	16
2.1 Pemecahan Masalah Matematis	16
2.2 Komunikasi Matematis	25
2.3 Kemandirian Belajar Siswa	31
2.4 Model <i>Project-Based Learning</i>	34
2.5 Pendekatan STEM	37
2.6 Model PjBL dengan Pendekatan STEM	42
2.7 Teori Belajar yang Mendukung	46
2.8 Jenis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika	49
2.9 Kerangka Berpikir	54
2.10 Hasil Penelitian yang Relevan	61
2.11 Hipotesis Penelitian	66
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	68
3.1 Metode Penelitian	68
3.2 Desain Penelitian	69
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	70
3.3.1 Populasi Penelitian	70
3.3.2 Sampel Penelitian	72
3.4 Instrumen Penelitian	74
3.5 Perangkat Pembelajaran	86
3.6 Teknik Pengumpulan Data	87
3.7 Teknik Analisis Data	88

3.8	Prosedur Penelitian	98
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	103
4.1	Hasil Penelitian	104
4.1.1	Data Kemampuan Awal Matematis.....	104
4.1.2	Data Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	105
4.1.2.1	Pretes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	106
4.1.2.2	Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	108
4.1.2.3	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	119
4.1.3	Data Kemampuan Komunikasi Matematis	129
4.1.3.1	Pretes Kemampuan Komunikasi Matematis	130
4.1.3.2	Pencapaian Kemampuan Komunikasi Matematis	132
4.1.3.3	Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis ..	143
4.1.4	Data Kemandirian Belajar Siswa	152
4.1.4.1	Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa.....	154
4.1.5	Data Uji <i>Effect Size</i>	165
4.2	Pembahasan	166
4.2.1	Kemampuan Awal Matematis	166
4.2.2	Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis.....	167
4.2.3	Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis	175
4.2.4	Kemandirian Belajar Siswa	181
4.2.5	Kesalahan dalam Menyelesaikan Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Kemampuan Komunikasi Matematis	190
4.2.6	Gambaran Pelaksanaan Model PjBL STEM	204
BAB V	SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	217
5.1	Simpulan	217
5.2	Implikasi	224
5.3	Limitasi Penelitian	225
5.4	Rekomendasi	225
DAFTAR PUSTAKA		228
LAMPIRAN		253

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sintaks Model PjBL dengan Pendekatan STEM	45
Tabel 2.2. Jenis Kesalahan dan Indikatornya	53
Tabel 3.1. Pola Rancangan Penelitian	70
Tabel 3.2. Kategori Pencapaian KPMM dan KKM	76
Tabel 3.3. Pedoman Penskoran Tes KPMM	77
Tabel 3.4. Pedoman Penskoran Tes KKM	78
Tabel 3.5. Interpretasi Koefisien Korelasi	79
Tabel 3.6. Interpretasi Koefisien Reliabilitas	80
Tabel 3.7. Klasifikasi Daya Pembeda	81
Tabel 3.8. Klasifikasi Indeks Kesukaran	82
Tabel 3.9. Rekapitulasi Perhitungan Hasil Uji Coba Tes KKM	82
Tabel 3.10. Rekapitulasi Perhitungan Hasil Uji Coba Tes KPMM	83
Tabel 3.11. Klasifikasi Penskoran Skala Kemandirian Belajar	84
Tabel 3.12. Klasifikasi Persentase Jawaban Siswa	85
Tabel 3.13. Kriteria Gain Ternormalisasi	89
Tabel 3.14. Kriteria untuk <i>Effect Size</i>	95
Tabel 3.15. Hubungan Hipotesis Penelitian, Kelompok Data, dan Jenis Uji	96
Tabel 3.16. Hubungan Hipotesis Penelitian, Kelompok Data, dan Jenis Uji (Lanjutan)	97
Tabel 4.1. Sebaran Sampel Penelitian Berdasarkan Peringkat Sekolah	104
Tabel 4.2. Statistik Deskriptif Data Kemampuan Awal Matematis.....	104
Tabel 4.3. Sebaran Sampel Penelitian Berdasarkan KAM, Peringkat Sekolah, dan Model Pembelajaran	105
Tabel 4.4. Statistik Deskriptif Rerata Data KPMM Siswa	105
Tabel 4.5. Uji Normalitas Data Pretes KPMM	106
Tabel 4.6. Uji Homogenitas Variansi Data Pretes KPMM	107
Tabel 4.7. Uji Perbedaan Rerata Data Pretes KPMM.....	108
Tabel 4.8. Uji Normalitas Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	109
Tabel 4.9. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	110
Tabel 4.10. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	110
Tabel 4.11. Uji Normalitas Data Pencapaian KPMM Berdasarkan KAM dan PS	111
Tabel 4.12. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KPMM Berdasarkan KAM dan PS	111
Tabel 4.13. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KPMM Berdasarkan	

KAM dan PS	112
Tabel 4.14. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM dan PS	113
Tabel 4.15. Uji ANOVA Satu Jalur Data Pencapaian KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM	113
Tabel 4.16. Uji Scheffe Data Pencapaian KPMM Antar Pasangan Kelompok KAM yang Mendapat PjBL STEM	114
Tabel 4.17. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan PS	114
Tabel 4.18. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran dan KAM	116
Tabel 4.19. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran dan PS	117
Tabel 4.20. Uji Normalitas Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	119
Tabel 4.21. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	120
Tabel 4.22. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	120
Tabel 4.23. Uji Normalitas Data Peningkatan KPMM Berdasarkan KAM dan PS	121
Tabel 4.24. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KPMM Berdasarkan KAM	122
Tabel 4.25. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KPMM Berdasarkan KAM dan PS	122
Tabel 4.26. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM	123
Tabel 4.27. Uji ANOVA Satu Jalur Data Peningkatan KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM	123
Tabel 4.28. Uji Scheffe Data Peningkatan KPMM Antar Pasangan Kelompok KAM yang Mendapat Model PjBL STEM	124
Tabel 4.29. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KPMM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan PS	124
Tabel 4.30. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran dan KAM	126
Tabel 4.31. Statistik Deskriptif Rerata Data KKM Siswa	129
Tabel 4.32. Uji Normalitas Data Pretes KKM	130
Tabel 4.33. Uji Homogenitas Variansi Data Pretes KKM	131
Tabel 4.34. Uji Perbedaan Rerata Data Pretes KKM	131
Tabel 4.35. Uji Normalitas Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model	

Pembelajaran	133
Tabel 4.36. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	133
Tabel 4.37. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	134
Tabel 4.38. Uji Normalitas Data Pencapaian KKM Berdasarkan KAM dan PS	134
Tabel 4.39. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KKM Berdasarkan KAM dan PS	135
Tabel 4.40. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KKM Berdasarkan KAM dan PS	136
Tabel 4.41. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KKM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM dan PS	136
Tabel 4.42. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KKM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM	137
Tabel 4.43. Uji Perbedaan Rerata Data Pencapaian KKM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan PS.....	138
Tabel 4.44. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran dan KAM	139
Tabel 4.45. Uji Homogenitas Variansi Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran dan PS	141
Tabel 4.46. Uji ANOVA Dua Jalur Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran dan PS	141
Tabel 4.47. Uji Normalitas Data Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	144
Tabel 4.48. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	144
Tabel 4.49. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	144
Tabel 4.50. Uji Normalitas Data Peningkatan KKM Berdasarkan KAM dan PS	145
Tabel 4.51. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KKM Berdasarkan KAM dan PS	146
Tabel 4.52. Uji Perbedaan Rerata Peningkatan KKM Berdasarkan KAM dan PS	146
Tabel 4.53. Uji Homogenitas Variansi Data Peningkatan KKM Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM	147
Tabel 4.54. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KKM Pada Antar Pasangan Kelompok KAM yang Mendapat Model PjBL STEM ...	148
Tabel 4.55. Uji Perbedaan Rerata Data Peningkatan KKM Berdasarkan	

Peringkat Sekolah yang Belajar dengan PjBL STEM	148
Tabel 4.56. Persentase Respons untuk Kemandirian Belajar Siswa	153
Tabel 4.57. Persentase Respons untuk Kemandirian Belajar Siswa (Lanjutan) .	154
Tabel 4.58. Uji Perbedaan Rerata <i>Rank</i> Data Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa Berdasarkan Model Pembelajaran	155
Tabel 4.59. Uji Perbedaan Rerata <i>Rank</i> Data Pencapaian Kemandirian Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran, KAM, dan PS	156
Tabel 4.60. Uji Perbedaan Rerata <i>Rank</i> Data Pencapaian Kemandirian Belajar Berdasarkan Kelompok PjBL STEM Berdasarkan KAM...	157
Tabel 4.61. Uji Perbedaan Rerata <i>Rank</i> Data Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa Antar Pasangan Kelompok KAM yang Mendapat PjBL STEM	157
Tabel 4.62. Uji Perbedaan Rerata <i>Rank</i> Data Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa Kelompok PjBL STEM Berdasarkan PS	158
Tabel 4.63. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis	162
Tabel 4.64. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis (Lanjutan)	163
Tabel 4.65. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis (Lanjutan)	164
Tabel 4.66. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alur Pemecahan Masalah	16
Gambar 2.2. Faktor-Faktor yang Memberikan Kontribusi terhadap Kesuksesan Pemecahan Masalah Matematis	19
Gambar 2.3. <i>Embedded Approach</i> yang Dilakukan.....	42
Gambar 2.4. Motif Batik Madura.....	54
Gambar 2.5. Kerangka Berpikir	60
Gambar 2.6. <i>Road Map</i> Penelitian	65
Gambar 3.1. Desain Penelitian pada KPMM dan KKM	69
Gambar 3.2. Desain Penelitian pada Kemandirian Belajar Siswa	70
Gambar 3.3. Rerata Nilai UNBK SMP di Kota Serang Tahun 2016-2019	71
Gambar 3.4. Prosedur Pengambilan Sampel	73
Gambar 3.5. Diagram Alur Prosedur Penelitian	101
Gambar 3.6. Diagram Alur Prosedur Penelitian (Lanjutan)	102
Gambar 4.1. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM terhadap Pencapaian KPMM.....	116
Gambar 4.2. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan PS terhadap Pencapaian KPMM	118
Gambar 4.3. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM terhadap Peningkatan KPMM	127
Gambar 4.4. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan PS terhadap Peningkatan KPMM	128
Gambar 4.5. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM terhadap Pencapaian KKM	139
Gambar 4.6. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan PS terhadap Pencapaian KKM	142
Gambar 4.7. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM terhadap Peningkatan KKM	150
Gambar 4.8. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan PS terhadap Peningkatan KKM	151
Gambar 4.9. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM terhadap Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa	159
Gambar 4.10. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan PS terhadap Pencapaian Kemandirian Belajar Siswa	161
Gambar 4.11. Rerata Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran, KAM, dan Keseluruhan	167
Gambar 4.12. Rerata Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran, KAM, dan Keseluruhan	168
Gambar 4.13. Rerata Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran,	

PS, dan Keseluruhan	169
Gambar 4.14. Rerata Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran, PS, dan Keseluruhan	169
Gambar 4.15. Rerata Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran, KAM, dan Keseluruhan	175
Gambar 4.16. Rerata Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran, KAM, dan Keseluruhan	175
Gambar 4.17. Rerata Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran, PS, dan Keseluruhan	176
Gambar 4.18. Rerata Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran, PS, dan Keseluruhan	177
Gambar 4.19. Kesalahan Siswa pada Indikator Kedua KPMM	192
Gambar 4.20. Kesalahan Siswa pada Indikator Ketiga KPMM	193
Gambar 4.21. Kesalahan Siswa pada Indikator Pertama KKM	196
Gambar 4.22. Kesalahan Siswa pada Indikator Kedua KKM	197
Gambar 4.23. Kesalahan Siswa pada Indikator Ketiga KKM	198
Gambar 4.24. Kesalahan Beberapa Siswa pada Indikator Ketiga KKM	199
Gambar 4.25. Kesalahan Siswa PjBL STEM pada Indikator Keempat KKM ..	199
Gambar 4.26. Kesalahan Siswa PK pada Indikator Keempat KKM	200
Gambar 4.27. Kesalahan Siswa PK pada Indikator Kelima KKM	201
Gambar 4.28. Simulasi Keran Air yang Bocor	206
Gambar 4.29. Pembuatan Produk	208
Gambar 4.30. Presentasi Produk	208
Gambar 4.22. Hasil Pekerjaan Siswa	212

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1. RPP Model PjBL dengan Pendekatan STEM	254
Lampiran A.2. RPP Model Pembelajaran Konvensional	278
Lampiran A.3. Lembar Kerja Siswa (LKS)	290
Lampiran B.1. Instrumen Tes Kemampuan Awal Matematis (KAM).....	304
Lampiran B.2. Skor KAM Kelompok PjBL dengan Pendekatan STEM dan Kelompok PK	305
Lampiran B.3. Instrumen Tes KPMM	319
Lampiran B.4. Kisi-Kisi Tes KPMM	321
Lampiran B.5. Instrumen Tes KKM	330
Lampiran B.6. Kisi-Kisi Tes KKM	332
Lampiran B.7. Instrumen Skala Kemandirian Belajar	337
Lampiran B.8. Kisi-Kisi Skala Kemandirian Belajar	340
Lampiran B.9. Lembar Observasi	343
Lampiran B.10 Lembar Wawancara	347
Lampiran C.1. Hasil Uji Validitas Instrumen KPMM	352
Lampiran C.2. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen KPMM	356
Lampiran C.3. Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen KPMM	356
Lampiran C.4. Hasil Uji Indeks Kesukaran Instrumen KPMM	359
Lampiran C.5. Hasil Uji Validitas Instrumen KKM	360
Lampiran C.6. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen KKM	362
Lampiran C.7. Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen KKM	363
Lampiran C.8. Hasil Uji Indeks Kesukaran Instrumen KKM	366
Lampiran D.1. Statistik Deskriptif Data KPMM	368
Lampiran D.2. Hasil Uji Data Pretes KPMM	371
Lampiran D.3. Hasil Uji Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	376
Lampiran D.4. Hasil Uji Data Pencapaian KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori (KAM dan PS)	378
Lampiran D.5. Hasil Uji Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM/PS terhadap Pencapaian KPMM	390
Lampiran D.6. Hasil Uji Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran	391
Lampiran D.7. Hasil Uji Data Peningkatan KPMM Berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori (KAM dan PS)	393
Lampiran D.8. Hasil Uji Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM/PS terhadap Peningkatan KPMM	402
Lampiran D.9. Statistik Deskriptif Data KKM	403
Lampiran D.10. Hasil Uji Data Pretes KKM	406

Lampiran D.11. Hasil Uji Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	412
Lampiran D.12. Hasil Uji Data Pencapaian KKM Berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori (KAM dan PS)	414
Lampiran D.13. Hasil Uji Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dan KAM/PS terhadap Pencapaian KKM	427
Lampiran D.14. Hasil Uji Data Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran	428
Lampiran D.15. Hasil Uji Data Peningkatan KKM Berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori (KAM dan PS)	430
Lampiran D.16. Statistik Deskriptif Data Kemandirian Belajar	440
Lampiran D.17. Hasil Uji Data Pencapaian Kemandirian Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran	441
Lampiran D.18. Hasil Uji Data Pencapaian Kemandirian Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori (KAM dan PS)	442
Lampiran E.1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	448
Lampiran E.2. Biografi Penulis.....	450

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamson, D., Zolkower, B., & Stone, E. (2020). Reinventing Realistic Mathematics Education at Berkeley—Emergence and Development of a Course for Pre-service Teachers. *International Reflections on the Netherlands Didactics of Mathematics* (hlm. 255-277). Hamburg: Springer.
- Afandi, A. (2022). Faktor yang Mempengaruhi Kemandirian Belajar Mahasiswa di Indonesia pada Masa Pandemi Covid-19. *Satya Widya*, 38(1), 57 – 67.
- Afifah, U. N., & Dewi, N. R. (2020). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa ditinjau dari Kebiasaan Belajar Matematika pada Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Google Classroom. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 3(1), 251-255.
- Ahmad, M., & Nasution, D. P. (2018). Analisis Kualitatif Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa yang Diberi Pembelajaran Matematika Realistik. *Jurnal Gantang*, 3(2), 83 – 95.
- Aldabbus, S. (2008). *An Investigation into the Impact of Language Games on Classroom Interaction and Pupil Learning in Libyan EFL Primary Classrooms* (Doctoral Dissertation). Newcastle University.
- Aldabbus, S. (2018). Project-Based Learning: Implementation & Challenges. *International Journal of Education, Learning and Development*, 6(3), 71 – 79.
- Alhadad, S. F. (2010). *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel Matematis, Pemecahan Masalah Matematis, dan Self-Esteem Siswa SMP melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Open Ended* (Disertasi). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis dan Self Efficacy Peserta Didik: Dampak PjBL-STEM pada Materi Ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 158-170.

- Alzianina, A. E. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. [Online]. Diakses dari digilib.unila.ac.id.
- Ambiyar, A., Aziz, I., & Delyana, H. (2020). Hubungan Kemandirian Belajar Siswa terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1171-1183.
- Ampadu, E., & Danso, A. (2018). Constructivism in Mathematics Classrooms: Listening to Ghanaian Teachers' and Students' Views. *Africa Education Review*, 15(3), 49 – 71.
- Amri, M. S., Sudjimat, D. A., & Nurhadi, D. (2020). Mengkombinasikan Project-Based Learning dengan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknikal dan Karakter Kerja Siswa SMK. *Jurnal Teknologi, Kejuruan, Dan Pengajarannya*, 43(1), 41-50.
- Anazifa, R. D., & Djukri, D. (2017). Project-Based Learning and Problem-Based Learning: Are They Effective to Improve Student's Thinking Skills? *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 346 – 355.
- Anderson, J. (2009). Mathematics Curriculum Development and the Role of Problem Solving. *ACSA Conference*, (hlm. 1 – 9).
- Angelle, S. (2018). *Project-Based and Problem-Based Instruction: A Literature Review*. (Thesis Projects). Western Kentucky University.
- Annisah, S. (2014). Alat Peraga Pembelajaran Matematika. *Tarbawiyah: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 11(01), 1 – 15.
- Aprilia, A., & Fitriana, D. N. (2022). Mindset Awal Siswa terhadap Pembelajaran Matematika yang Sulit dan Menakutkan. *PEDIR: Journal Elementary Education*, 1(2), 28 – 39.
- Ardiawan, Y. (2015). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Induksi Matematika di IKIP PGRI Pontianak. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 4(1). 147 – 163.
- Arfiansyah, D., Susanto, S., & Kurniati, D. (2017). Identifikasi Proses Berpikir Kritis Siswa Berbasis Tugas Proyek pada Subpokok Bahasan Persamaan

- Linier Satu Variabel Kelas VII A SMPN 1 Glenmore. *Kadikma*, 8(3), 145-153.
- Ariawan, R., & Nufus, H. (2017). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 1(2), 82 – 91.
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Astriani, M. M. (2020). Upaya Mengembangkan Kreativitas Mahasiswa Melalui Pembelajaran Model Project Based Learning. *Jurnal Petik*, 6(1), 36-40.
- Aziza, N. (2014). *Deskriptif Kuantitatif*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Azizah, N., Suratno, S., & Irawati, H. (2024). Peran Media Pembelajaran Berbasis TIK dalam Meningkatkan Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Atas. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 55-62.
- Azka, N. A., Munirrahayu, L., Panuntun, H. R., & Hajron, K. H. (2022). Efektifitas Pembelajaran Cooperative Script untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa. *Prosiding Konferensi Ilmiah Dasar* (hlm. 1546 – 1552). Madiun: Universitas PGRI Madiun.
- Azmi, M. P. (2017). Penerapan Pendekatan Concrete-Representational-Abstract (CRA) Berbasis Intuisi untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa SMP. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6(1), 68-80.
- Bada, S. O., & Olusegun, S. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66 – 70.
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2022). Keputusan Kepala BSKAP Nomor 008 Tahun 2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.
- Badger, M. S., Sangwin, C. J., Hawkes, T. O., Burn, R. P., Mason, J., & Pope, S. (2012). *Teaching Problem-Solving in Undergraduate Mathematics*. London: Coventry University.

- Baharuddin, H., & Wahyuni, E. N. (2012). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar- Ruzzmedia.
- Barnas, B., Sumarmo, U., & Syaban, M. (2018). The Role of SQ3R Strategy on Mathematical Communication Ability and Self-Regulated Learning of Seventh Grade Student. (*JIML*) *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 1(3), 153 – 160.
- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An Ecological Model of STEM Education: Operationalizing STEM for All. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9 – 19.
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM Education and Supporting Students through Universal Design for Learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8 – 15.
- Batubara, N. F., Mukhtar, S. E., Surya, E., & Syahputra, E. (2017). Analysis of Student Mathematical Problem Solving Ability at Budi Satrya of Junior High School. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education (IJARIIE)*, 3(2), ISSN (O) 2395-4396.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 83(2), 39 – 43.
- Bender, W. N. (2012). *Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21St Century*. California: Corwin.
- Bernard, M., Nurmala, N., Mariam, S., & Rustyani, N. (2018). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP Kelas IX pada Materi Bangun Datar. *SJME: Supremum Journal of Mathematics Education*, 2(2), 77 – 83.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26 (3-4), 369 – 398.
- Borenstein, M., Cooper, H., Hedges, L., & Valentine, J. (2009). *Effect Sizes for Continuous Data: The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*. New York: Russell Sage Foundation.

- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting Mathematical Communication in the Classroom: Two Preservice Teachers' Conceptions and Practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3(2), 125 – 153.
- Brown, J., & Skow, K. (2016). *Mathematics: Identifying and Addressing Student Errors*. San Francisco: The Iris Center.
- Budiarto, M. T. (2016). Peran Matematika dan Pembelajarannya dalam Mengembangkan Kearifan Budaya Lokal untuk Mendukung Pendidikan Karakter Bangsa. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika* (hlm. 1-11).
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30 – 35.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Boston, USA: Houghton Mifflin Company.
- Capraro, M. M. & Jones, M. (2013). *Interdisciplinary STEM Project-Based Learning*. Texas: Sense Publishers.
- Chalim, M. N., Mariani, S., & Wijayanti, K. (2019, February). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMK Ditinjau dari Self Efficacy pada Setting Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2, 540-550.
- Chen, M. (2001). A Potential Limitation of Embedded-Teaching for Formal Learning. *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society* (hlm. 194-199). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Edinburgh, Scotland.
- Clark, S. (2010). Jerome Bruner : Teaching, Learning and the Spiral Curriculum. *Community and Thought in Education*, 1-3.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York, United States: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cotton, K. H. (2008). *Mathematical Communication, Conceptual Understanding, and Students' Attitudes Toward Mathematics*. Laporan Penelitian Tindakan. Oshkosh, Nebraska.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P. (2018). *Designing and Conducting Mix Methods Research*. Thousand Oaks: Sage Publication.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Dadang., Mubarika, M. P., & Yuniawati, R. P. (2019). Implementasi pendekatan Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMK. *Jurnal PJME*, 9(2), 56 – 68.
- Damarhadi, S., Mujidin, M., & Prabawanti, C. (2020). Gambaran Konsep Diri Pada Siswa SMA Ditinjau Berdasarkan Jenis Kelamin. *Psikostudia: Jurnal Psikologi*, 9(3), 251-259.
- Dawkins, P. (2006). *Common Math Errors*. [Online]. Diakses dari <http://tutorial.math.lamar.edu/terms.aspx>.
- Diana, N., & Sukma, Y. (2021, May). The Effectiveness of Implementing Project-Based Learning (PjBL) Model in STEM Education: A Literature Review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012146). IOP Publishing.
- Diaz, D., & King, P. (2007, June). Adapting A Post Secondary STEM Instructional Model to K 5 Mathematics Instruction. *2007 Annual Conference & Exposition* (hlm. 12-175).
- Digdayamedia. (2021). 30 SMP Swasta di Kota Serang Terancam Tutup, Ini Alasannya. Diakses dari: <https://digdayamedia.id/30-smp-swasta-di-kota-serang-terancam-tutup-ini-alasannya>.
- Dominowski, R. L. (2002). *Teaching Undergraduates*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duc, N. M., Linh, N. Q., & Yuenyong, C. (2019). Situation of Organizing STEM Activities in Vietnamese Schools. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Effeney, G., Carroll, A., & Bahr, N. (2013). Self-Regulated Learning and Executive Function: Exploring the Relationships in A Sample of Adolescent Males. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*, 33(7), 58 –74. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785054>.

- Efriyadi, D., & Nurhanurawati, N. (2021). Learning Motivation, Self-Regulated Learning, and Mathematical Communication Skills Verbal and Written by Students in Learning Mathematics During The Covid-19 Pandemic. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 12(2), 264 – 275.
- Ellen, S. (2012). Slovin's Formula Sampling Techniques. URL: <https://sciencing.com/slovins-formula-sampling-techniques-5475547.html>.
- Ernest, P., Skovsmose, O., Paul van Bendegem, J., Bicudo, M., Miarka, R., Kvasz, L., & Moeller, R. (2016). *The Philosophy of Mathematics Education*. Switzerland: Springer Nature.
- Fahrurrozi, F., & Wardi, Z. (2020). Kepercayaan Diri dan Komunikasi Matematis Melalui Project-Based Learning. *INOMATIKA*, 2(1), 1 – 11.
- Farukuzzaman, M., & Rahman, A. H. M. M. (2019). Communication Pattern in Social Work Practice: A Conceptual Framework. *International Journal of Research in Sociology and Anthropology (IJRSA)*, 5(2), 32 – 43.
- Fauzi, M. A. (2015). The Enhancement of Student's Mathematical Connection Ability and Self-Regulation Learning with Metacognitive Learning Approach in Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 174–179.
- Ferdianto, F., & Yesino, L. (2019). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal pada Materi SPLDV Ditinjau dari Indikator Kemampuan Matematis. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 3(1), 32 – 36.
- Firman, H. (2016). *Pendidikan STEM: Apa, Mengapa, Bagaimana?* Dipresentasikan dalam Kuliah Umum di FKIP Universitas Terbuka Tangerang Selatan, 29 November 2016. Diunduh dari: https://www.academia.edu/38895738/PENDIDIKAN_STEM_Apa_Mengapa_dan_Bagaimana?auto=citations&from=cover_page.
- Flynn, J. K. et al. (2015). *Mathematics 8 Curriculum Guide 2015*. Canada: Newfoundland Labrador.

- Fortus, D., Krajcik, J., Dersheimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-Based Science and Real-World Problem Solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855 – 879.
- Foshay, R., & Kirkley, J. (1998). *Principles for Teaching Problem Solving*. Tro Learning, Inc.
- Fricticarani, A., Hayati, A., Ramdani, R., Hoirunisa, I., & Rosdalina, G. M. (2023). Strategi Pendidikan untuk Sukses di Era Teknologi 5.0. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, 4(1), 56-68.
- Fröhlich, M., Emrich, E., Pieter, A., & Stark, R. (2009). Outcome Effects and Effects Sizes in Sport Sciences. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 3(3), 175-179.
- Gallant, D. J. (2010). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. [Online]. Tersedia: [https://dornsife.usc.edu/STEM Education Article](https://dornsife.usc.edu/STEM-Education-Article/). [15 Mei 2021].
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gubacs, K. (2004). Project-Based Learning: A Student-Centered Approach to Integrating Technology into Physical Education Teacher Education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 75(7), 33-37.
- Gunur, B., Ramda, A. H., Ningsi, G. P., Pantaleon, K. V., & Sugiarti, L. (2023). Dampak Self-Regulation dan Self-efficacy terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 132-142.
- Gustina, T., & Yulian, V. N. (2021). Penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Universitas Subang (SENDINUSA)*, 3(1), 182 – 189.
- Hake, R.R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. [Online]. Diakses dari: <http://physics.indiana.edu/sdi/analyzing-change-gain.pdf>.

- Hakiki, S. N., & Sundayana, R. (2022). Kemampuan Komunikasi Matematis pada Materi Kubus dan Balok Berdasarkan Kemandirian Belajar Siswa. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 101-110.
- Hamidah, H., Rabbani, T. A. S., Fauziah, S., Puspita, R. A., Gasalba, R. A., & Nirwansyah. (2020). *HOTS-Oriented Module: Project Based Learning*. Jakarta: SEAMEO QITEP in Language.
- Handayani, M. (2016). Pencapaian Standar Nasional Pendidikan Berdasarkan Hasil Akreditasi SMA di Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 1(2), 179-201.
- Hanggara, Y., Aisyah, S. H., & Amelia, F. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Ditinjau dari Perbedaan Gender. *Pythagoras: Jurnal Program Studi Pendidikan*, 11(2), 189-201.
- Hasibuan, M. P., Sari, R. P., Syahputra, R. A., & Nahadi, N. (2022). Application of Integrated Project-Based and STEM-Based E-Learning Tools to Improve Students' Creative Thinking and Self-Regulation Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 51-56.
- Heinzman, E. (2022). I Love Math Only If It's Coding: A Case Study of Student Experiences in An Introduction to Data Science Course. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1 – 15.
- Hendriana, H. & Soemarmo, U. (2017). *Penilaian Pembelajaran Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Hendrycks, D., Burns, C., Kadavath, S., Arora, A., Basart, S., Tang, E., Song, D & Steinhardt, J. (2021). "Measuring Mathematical Problem Solving with The Math Dataset". *35th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2021) Track on Datasets and Benchmarks*.
- Hermawati, H., Jumroh, J., & Sari, E. F. P. (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis pada Materi Kubus dan Balok di SMP. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 141-152.
- Herowati, H. (2023). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Materi Perubahan Fisika dan Kimia terhadap Keaktifan

- Belajar Peserta Didik. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(12), 4603-4612.
- Hidayat, W., & Sariningsih, R. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Adversity Quotient Siswa SMP melalui Pembelajaran Open Ended. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 2(1), 109-118.
- Hoben, J. B. (1954). English Communication at Colgate Re-Examined. *Journal of Communication*, 4(3), 76 – 83. doi:10.1111/j.1460-2466.1954.tb 00232.x.
- Hofer, T. P., Kerr, E. A., & Hayward, R. A. (2000). What is An Error? *Effective Clinical Practice*, 3(6). 261 – 269.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.
- Hudoyo, H. (1998). Pemecahan masalah dalam Matematika. *Jakarta: Depdiknas P3G*.
- Hulukati, E. (2005). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematika SMP melalui Model Pembelajaran Generatif*. Bandung: Disertasi Sps UPI. Tidak diterbitkan.
- Indahwati, R. (2016). Level Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Memecahkan Masalah Geometri Analitik. *Prosiding Semnasdik*.
- Indartak, G., Rosita, Y. D., & Zahara, S. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Sekolah dengan Sistem Zonasi di SMA Negeri Kabupaten dan Kota Mojokerto Berbasis Web. *SUBMIT: Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi dan Sains*, 1(1), 16-21.
- Jauhar, M. (2011). *Implementasi Paikem dari Behavioristik sampai Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Jihadi, M. R. (2023). Pengaruh Teknologi Informasi dalam Perkembangan Inovasi Pendidikan di Abad 21.
- Jusniani, N., & Nurmasidah, L. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Generatif Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 2(2), 12-19.

- Juwita, R. (2022). Best Practice Membangun Keterampilan Proses Sains Melalui Model Project Based Learning Pendekatan STEAM Materi Asam Basa Kelas XI IPA SMAN 1 Bontang. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(3), 268-277.
- Kamid, *et al.* (2020). Mathematical Communication Skills Based on Cognitive Styles and Gender. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 847 – 856.
- Kartini, F. S., Widodo, A., Winarno, N., & Astuti, L. (2021). Promoting Student's Problem-Solving Skills through STEM Project-Based Learning in Earth Layer and Disasters Topic. *Journal of Science Learning*, 4(3), 257-266.
- Kemendikbudristek. (2023). Data Pokok Pendidikan. Diakses dari: <https://dapo.kemdikbud.go.id/>.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2023). *Laporan Hasil Ujian Nasional*. [Online]. Diakses dari <https://hasilun.pusmenjar.kemdikbud.go.id/>.
- Kesumawati, N. (2010). *Peningkatan Kemampuan Pemahaman, Pemecahan Masalah, dan Disposisi Matematis Siswa SMP melalui Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik* (Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Khadijah, I. N., Maya, R., & Setiawan, W. (2018). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Materi Statistika. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(6), 1095 – 1104.
- Khairani, K., Mukhni, M., & Aini, F. Q. (2016). Pembelajaran Berbasis STEM dalam Perkuliahan Kalkulus di Perguruan Tinggi. *UJMES (Uninus Journal of Mathematics Education and Science)*, 1(2), 50 – 57.
- Kholid, M. (2011). Analisa Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Mata Kuliah Program Linear (Studi pada Mahasiswa Semester IV Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Kirkley, J. (1998). *Principles for Teaching Problem Solving*. Indiana: Plato Learning, Inc.

- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A Collaborative Model for Helping Middle-Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483 – 497.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-Based Learning* (hlm. 317-34).
- Kurnia, R. D. M., Mulyani, I., Rohaeti, E. E., & Fitrianna, A. Y. (2018). Hubungan antara Kemandirian Belajar dan *Self Efficacy* terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 3(1), 59-64.
- Kurniawan, H. R., Elmunsyah, H., & Muladi, M. (2018). Perbandingan Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) dan Think Pair Share (TPS) Berbantuan Modul Ajar Terhadap Kemandirian Dan Hasil Belajar Rancang Bangun Jaringan. *JP (Jurnal Pendidikan): Teori Dan Praktik*, 3(2), 80-85.
- Kurniawan, E. (2022). Peran Kemandirian Belajar terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa pada Era New Normal. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(2), 327-334.
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. *Learning. com*, 12, 12 – 13.
- Laia, H. T., & Harefa, D. (2021). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 463-474.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project-Based Learning*. Alexandria: ASCD.
- Lathifah, I. J., & Kurniasi, E. R. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Pembelajaran SPLDV Berbasis STEM. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1273 – 1281.
- Latifah, T., & Afriansyah, E. A. (2021). Kesulitan dalam Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa pada Materi Statistika. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 3(2), 134-150.

- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2017). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Lidinillah, D. A. M. (2011). Heuristik dalam Pemecahan Masalah Matematika dan Pembelajarannya di Sekolah Dasar. *Jurnal Elektronik. Universitas Pendidikan Indonesia*, 1-11.
- Liliweri, A. (2017). *Komunikasi Antar Personal*. Jakarta: Prenada Media.
- Lutfiyana, L., Pujiastuti, E., & Kharisudin, I. (2023). Systematic Literature Review: Resiliensi Matematis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 2167-2177.
- Luthfi, R. R. M., Ismail, I., & Wiharto, M. (2019). *Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Self – Regulated Learning, Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Mipa SMA Negeri 2 Sidenreng Rappang* (Disertasi). Universitas Negeri Makassar.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The Role of Mathematics in Interdisciplinary STEM Education. *ZDM*, 51(6), 869-884.
- Mandasari, L. (2021). Aplikasi Pembelajaran Double Loop Problem Solving (DLPS) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Ta'dib: Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 11(2), 25-29.
- Manurung, P. S., Simamora, E., & Surya, E. (2022). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah di SMP Negeri 2 Tanjung Balai. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 2352-2366.
- Manurung, F., Sihombing, B., & Simarmata, G. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Spldv Kelas VIII Smp Negeri 4 Pematang Siantar Tahun Ajaran 2023/2024. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 3460-3473.
- Marchis, I. (2012). Self-Regulated Learning and Mathematical Problem Solving. *Czesław Kupisiewicz*, 195.

- Marifah, C., Sa'dijah, C., Subanji, S., & Nusantara, T. (2020). Profil Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik dalam Pemecahan Masalah Soal Cerita. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 8(2), 43-56.
- Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. L. (2003). *Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*. Buck Institute for Education.
- Mawaddah, S., & Mahmudi, A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Penggunaan Project-Based Learning Terintegrasi STEM. *Aksioma*, 10(1), 167-182.
- Meyer, B. et al. (2008). *Independent Learning-Literature Review*, Research Report DCSF-RR051 (Department for Children Schools and Families).
- Montague, M. (2004). Math Problem Solving for Middle School Students with Disabilities. *American Institutes for Research*, 1(7), 1 – 13.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM Education: The Student, the School, the Classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20, 2 – 7.
- Mulyana, D., & Rakhmat, J. (1990). *Komunikasi Antarbudaya*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mulyani, J. D. (2023). Pengaruh Kemandirian Belajar terhadap Kemampuan Komunikasi dan Penyelesaian Masalah Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 14(3), 352-364.
- Mulyono. (2009). *Educational Leadership Mewujudkan Efektivitas Kepemimpinan Pendidikan*. Malang: UIN-Malang Press.
- Murdiana, M., Jumri, R., & Damara, B. E. P. (2020). Pengembangan Kreativitas Guru dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(2), 152 – 160.
- Mustam, A. A., & Adnan, M. (2019). Perception of Primary Mathematics Teachers on STEM-oriented Teaching and Learning. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1), 1 – 8.
- Muyassaroh, I., Mukhlis, S., & Ramadhani, A. (2022). Model Project-Based Learning melalui Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan

- Pemecahan Masalah Siswa SD. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4), 1607-1616.
- Nabilah, K & Siregar, B. H. (2023). Pengembangan Bahan Ajar digital Interaktif Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 2104-2117.
- NCTM. (2000). *Defining Problem Solving*. [Online]. Tersedia: <http://www.learner.org/channel/courses/teachingmath/.html>. [2 Februari 2021].
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Niasih, N., Romlah, S., & Zhanty, L. S. (2019). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP di Kota Cimahi pada Materi Statistika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 266-277.
- Ningsih, R. M., & Awalludin, S. A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Tipe Kepribadian Extrovert dan Introvert. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2756-2767.
- Noer, S.H. (2010). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis, Kreatif, dan Reflektif (K2R) Matematis Siswa SMP melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Bandung: Disertasi Sps UPI. Tidak diterbitkan.
- Novaliyosi, N., Khaerunnisa, E., & Khasanah, M. (2021). Development of LKS with A STEM Approach that Supports The Mathematical Communication Skills of SMP Students. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 12(2), 200 – 211.
- Novita, R. (2015). Korelasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis terhadap Prestasi Belajar Siswa SMP Negeri 4 Banda Aceh. *MAJU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 86 – 96.
- Novita, R., & Putra, M. (2016). Using Task Like PISA's Problem to Support Students' Creativity in Mathematics. *Journal on Mathematics Education*, 7(1), 33-44.

- Nuramalina, Y., Hendrayana, A., & Khaerunnisa, E. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa melalui Aktivitas Rigorous Mathematical Thinking Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Gaya Belajar. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika*, 13(1), 133-149.
- Nurhayati, E. (2016). Penerapan *Scaffolding* untuk Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 2(2), 107-112.
- Nurhikmayati, I., & Sunendar, A. (2020). Pengembangan Project Based Learning Berbasis Kearifan Lokal Berorientasi pada Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kemandirian Belajar. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 1–12.
- Nurkamilah, M., Nugraha, M. F., & Sunendar, A. (2018). Mengembangkan Literasi Matematika Siswa Sekolah Dasar melalui Pembelajaran Matematika Realistik Indonesia. *Jurnal Theorems (The Original Research of Mathematics)*, 2(2), 70-79.
- Nurmaliah, C., Azmi, T. N., & Artika, W. (2021). The Impact of Implementation of STEM Integrating Project-Based Learning on Students' Problem-Solving Abilities. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012162). IOP Publishing.
- Octaviyani, I., Kusumah, Y. S., & Hasanah, A. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa melalui Model Project-Based Learning dengan Pendekatan STEM. *Journal on Mathematics Education Research (J-MER)*, 1(1), 10-14.
- Octavyanti, N. P. L., & Wulandari, I. G. A. A. (2021). Video Pembelajaran Berbasis Pendekatan Kontekstual pada Mata Pelajaran Matematika Kelas IV SD. *Jurnal Edutech Undiksha*, 9(1), 66-74.
- Pambudi, D. S., Aini, R. Q., Oktavianingtyas, E., Trapsilasiwi, D., & Hussen, S. (2021). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP dalam Matematika Nalaria berdasarkan Jenis Kelamin. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 136-148.

- Pangesti, F. T. P. (2018). Menumbuhkembangkan Literasi Numerasi pada Pembelajaran Matematika dengan Soal HOTS. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 5(9), 566-575.
- Permendikbud. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 35 Tahun 2018 Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah.
- Pintrich, P. R. (2000). The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning. In *Handbook of Self-Regulation* (hlm. 451-502). Academic Press.
- Polya, G. (2004). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. United States of America: Princeton University Press.
- Prabaningrum, D., & Waluya, S. B. (2020, June). The Improvement of Mathematical Communication Skill through Project Based Learning with STEM Strategy. In *International Conference on Science and Education and Technology (ISET 2019)* (hlm. 646-651). Atlantis Press.
- Pratama, M. E. G., & Kusuma, W. A. (2021). Penggunaan Learning Management System (LMS) untuk Pembelajaran Dimasa Pandemi. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(8), 1545-1554.
- Priatna, N., Avip, B., & Sari, R. M. M. (2022). Efektifitas Project Based Learning-STEM dan Pemecahan Masalah Matematis Siswa pada Materi Trigonometri. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 6(2), 151-161.
- Pujiastuti, H. (2014). *Pembelajaran Inquiry Cooperation Model untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah, Komunikasi, dan Self-Esteem Matematis Siswa SMP* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Purwati, I., Markhamah, M., & Utama, S. (2022). Pembelajaran Tematik Berorientasi STEM untuk Menumbuhkan Kemandirian Siswa Sekolah Dasar. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(2), 84 – 91.
- Putra, N. U. A., Ismail, M., Purnamasari, H., Muhajir, M., & Sucipto, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Terhadap

- Pemahaman Siswa Dalam Pokok Bahasan Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 4(1), 271-277.
- Putri, F. N., Siswanto, R. D., & Mawaddah, M. (2023). Pengembangan E-LKPD untuk Menanamkan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 16(1), 75-85.
- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2010). Models of Self-Regulated Learning: A Review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269-286.
- Rachmawati, A. D., Kusumah, Y. S., & Juandi, D. (2021). Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Menggunakan Pendekatan STEM Berbasis Lesson Study for Learning Community. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2636 – 2645.
- Radatz, H. (1980). Students' Errors in The Mathematical Learning Process: A Survey. *For the Learning of Mathematics*, 1(1), 16-20.
- Ramadhana, L. R., Karim, K., & Amalia, R. (2018). Pengaruh Model Double Loop Problem Solving (DLPS) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 210-217.
- Rahmatiya, R., & Miatun, A. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Ditinjau dari Resiliensi Matematis Siswa SMP. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(2), 187-202.
- Remijan, K. W. (2017). Project-Based Learning and Design-Focused Projects to Motivate Secondary Mathematics Students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1), 1 – 15.
- Ritawati, B. (2019). Pengaruh Pendekatan Project-Based Learning terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Disposisi Matematis Siswa SMA Negeri 1 Ngabang. *Ed-Humanistics: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1). 527 – 534.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. In *PATT 26 Conference; Technology Education in the 21st Century; Stockholm; Sweden; 26-30 June; 2012* (No. 073, hlm. 111-118). Linköping University Electronic Press.

- Rohid, N., Suryaman., & Rusmawati, R. D. (2019). Students' Mathematical Communication Skills (MCS) in Solving Mathematics Problems: A Case in Indonesian Context. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 19 – 30.
- Rosa, A. T. R. (2017). Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Pengembangan Soal Matematika Model PISA. *Tekno Efisiensi*, 2(2), 206 – 216.
- Ruseffendi. (2005). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan & Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: Tarsito.
- Ruseffendi, E. T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Rushton, S. J. (2018). Teaching and Learning Mathematics through Error Analysis. *Fields Mathematics Education Journal*, 3(1), 1-12.
- Rusman. (2012). *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Ryan, J., & Williams, J. (2007). *Children's Mathematics 4 – 15: Learning from Errors and Misconceptions*. England: Open University Press.
- Sagita, Dhestriana Kharen, Diana Ermawati, and Lovika Ardana Riswari. (2023). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio*, 9(2), 431-439.
- Said, S. (2023). Peran Teknologi Digital sebagai Media Pembelajaran di Era Abad 21. *Jurnal PenKoMi: Kajian Pendidikan dan Ekonomi*, 6(2), 194-202.
- Salsabila, T. M., Leonard, L., & Puteri, N. C. (2023). Pengaruh Kemandirian Belajar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Journal of Instructional Development Research*, 3(1), 9-18.
- Sanders, M. E. (2008). *STEM, STEM Education, STEM Mania*. [Online]. Tersedia: vtechworks.lib.vt.edu. [15 Mei 2021].
- Santrock, J. W. (2011). *Educational Psychology*. McGraw-Hill.
- Saragih, S., & Habeahan, W. L. (2014). The Improving of Mathematical Problem - Solving Ability and Students' Creativity by Using Problem Based Learning in SMP Negeri 2 Siantar. *Journal of Education and Practice*, 5(35), 123-132.

- Sari, A. M., Suryana, D., Bentri, A., & Ridwan, R. (2023). Efektifitas Model Project Based Learning (PjBL) dalam Implementasi Kurikulum Merdeka di Taman Kanak-Kanak. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 432-440.
- Sarwi, S., Baihaqi, M. A., & Ellianawati, E. (2021, June). Implementation of Project Based Learning Based on STEM Approach to Improve Students' Problems Solving Abilities. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1918, No. 5, p. 052049). IOP Publishing.
- Sasmita, L., Tayeb, T., Mattoliang, L. A., Abrar, A. I. P., & Mardhiah, M. (2021). Efektivitas Model Project Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Al Asma: Journal of Islamic Education*, 3(2), 242 – 249.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41 – 66.
- Schoenfeld, A. H. (1982). *Expert and Novice Mathematical Problem Solving: Final Project Report and Appendices BH*. Washinton, D. C: National Science Foundation.
- Schoenfeld, A. H. (2012). How We Think: A Theory of Human Decision-Making, with a Focus on Teaching. In *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (hlm. 229-243). Springer, Cham.
- Simamora, R. E., & Saragih, S. (2019). Improving Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy through Guided Discovery Learning in Local Culture Context. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 61 – 72.
- Sinaga, Y. R., Syahputra, E., & Ahyaningsih, F. (2019). Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share Berbantuan Autograph terhadap Kemampuan Representasi Matematis dan Self-efficacy Siswa Kelas XI SMA Negeri 5 Medan. *Paradikma*, 12(1), 344942.
- Silver, E. A. (1997). Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *Zdm*, 29(3), 75 – 80.

- Siregar, N. F. (2018). Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. *Logaritma: Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan dan Sains*, 6(02), 74-84.
- Siregar, Y. E. Y., Rachmadtullah, R., Pohan, N., & Zulela, M. S. (2019). The Impacts of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) on Critical Thinking in Elementary School. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1175, No. 1, p. 012156). IOP Publishing.
- Smorti, A. (2019). Jerome Seymour Bruner: An Anticipator Scientist for an Anticipation Theory. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 53(4), 573-582.
- Son, A. L. (2020). *Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Koneksi Matematis serta Kemandirian Belajar Siswa SMP Melalui Pembelajaran Model CORE dengan Realistic Mathematics Education (Suatu Penelitian Ditinjau dari Gaya Kognitif)* (Disertasi). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sriwahyuni, K., & Maryati, I. (2022). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa pada Materi Statistika. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 335-344.
- Stacey, K. (2005). The Place of Problem Solving in Contemporary Mathematics Curriculum Documents. *The Journal of Mathematical Behavior*, 24(3 – 4), 341 – 350.
- Suharno, S., Sulistiawati, S., & Arifin, S. (2019). Pengaruh Metode Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS) terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP Negeri 1 Manggar. *Numeracy*, 6(1), 166-176.
- Suhenda, L. L. A., & Munandar, D. R. (2023). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Educatio*, 9(2), 1100-1107.
- Suherman, E. (2001). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA.
- Suherman, E. (2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA.

- Sumarmo, U. (2004). Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik. *Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika di UNY*. (hlm. 1-9).
- Sumarmo, U. (2005). *Pengembangan Berfikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa Strata Satu (S1) Melalui Berbagai Pendekatan Pembelajaran*. Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana Tahun Ketiga. UPI Bandung.
- Sundayana, R., Herman, T., Dahlan, J. A., & Prahmana, R. C. (2017). Using ASSURE Learning Design to Develop Students' Mathematical Communication Ability. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 15(3), 245 – 249.
- Sukardi. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Sukirman. (2012). *Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Suraji, S., Maimunah, M., & Saragih, S. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). *Suska Journal of Mathematics Education*, 4(1), 9 – 16.
- Suryana, A., Rosdianto, H. R., & Utama, E. G. (2024). Hubungan antara Kemandirian Belajar dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *PEDAGOGIKA: Jurnal Pedagogik dan Dinamika Pendidikan*, 12(1), 34-42.
- 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.
- 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.
- Susanto, A., Nengsih, R., Akhirina, T. Y., Nulhakim, A. L., & Awaludin, A. A. R. (2019, March). How to Improve Students Mathematics Problem Solving by Implementing Indonesian Realistics Mathematics Education (IRME)

- Approach. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1), 012046. IOP Publishing.
- Susanto, E., *Et Al.* (2020). Efektivitas Project Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Theorems*, 5(1), 61 – 68.
- Susanto, D., Sihombing, S., Radjawane, M. M., Wardani, A. K., Kurniawan, T., Candra, Y., & Mulyani, S. (2022). *Matematika untuk SMP/MTs Kelas VII. Jakarta: Pusat Perbukuan BSKAP Kemdikbud.*
- Suwarma, I. R., Astuti, P., & Endah, E. N. (2015). Balloon Powered Car sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 373 – 376.
- Syafina, V., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa pada Materi SPLDV. *MAJU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2). 118 – 125.
- Tampubolon, T. (2018). The Application of Bruner's Learning Theory on Teaching Geometric at SMP Negeri 2 Sipahutar in Academic Year 2017/2018. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 4(5), 351-356. <https://doi.org/10.22161/ijaems.4.5.1>.
- Tanjung, H. S. (2019). Peningkatan Kemampuan Komunikasi dan Matematis Siswa SMA melalui Model pembelajaran Berbasis Masalah. *MAJU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(2). 42-54.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Tinenti, Y. R. (2018). *Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) dan Penerapannya dalam Proses Pembelajaran di Kelas*. Yogyakarta: Deepublish.
- Trianto. (2013). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Toulmin, C. N., & Groome, M. (2007). Building a Science, Technology, Engineering, and Math Agenda. *National Governors Association*. 1 – 24.

- Ulfa, F. M., Asikin, M., & Dwidayati, N. K. (2019). Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa dengan Pembelajaran PjBL terintegrasi Pendekatan STEM. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 2, No. 1, hlm. 612-617).
- Veloo, A., Krishnasamy, H. N., & Wan Abdullah, W. S. (2015). Types of Student Errors in Mathematical Symbols, Graphs and Problem-Solving. *Asian Social Science*, 11(15), 324-334.
- Vinner, S. (2011). The Role of Examples in The Learning of Mathematics and in Everyday thought Processes. *ZDM*, 43(2), 247 – 256.
- Wahyudi, I. A., & Anugraheni, I. (2017). *Strategi Pemecahan Masalah Matematika*. Salatiga: Satya Wacana University Press.
- Wahyudi, H., Widodo, S. A., Setiana, D. S., & Irfan, M. (2021). Ethnomathematics: Batik Activities in Tancep Batik. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 5(2), 305-315.
- Wati, P., Nusantara, T., & Utama, C. (2024). Efektivitas PjBL-STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 126-143.
- White, D. W. (2014). What is STEM Education and Why is it Important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1 – 9.
- Wibowo, A., Armanto, D., & Lubis, W. (2022). Evaluasi Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Bangun Ruang Kelas V Sekolah Dasar dengan Model CIPP. *Journal of Educational Analytics*, 1(1), 27-40.
- Widyasari, W., Sutopo, H., & Agustian, M. (2019). QR Code-Based Learning Development: Accessing Math Game for Children Learning Enhancement. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i11.10976>.
- Wijayanto, A. D., Fajriah, S. N., & Anita, I. W. (2018). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Materi Segitiga dan Segiempat. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 97 – 104.

- Wilburne, J. M., & Dause, E. (2017). Teaching Self-Regulated Learning Strategies to Low-Achieving Fourth-Grade Students to Enhance Their Perseverance in Mathematical Problem Solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1245036>.
- Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with Caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26 – 35.
- Wilson, K. (2021). Exploring the Challenges and Enablers of Implementing A STEM Project-Based Learning Programme in A Diverse Junior Secondary Context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 881-897.
- Yanuar, M. (2017). *Kemampuan Berpikir Reflektif Matematis dan Habits of Striving for Accuracy and Precision dalam Pembelajaran dengan Pendekatan Rigorous Mathematical Thinking*. Bandung: Disertasi Sps UPI. Tidak diterbitkan.
- Zayyadi, M. (2018). Eksplorasi Etnomatematika pada Batik Madura. *Sigma*, 2(2), 35 – 40.
- Zimmerman, B.J. (1986). Becoming a Self-Regulated Learner: Which are the Keysubprocesses? *Contemporary Educational Psychology*. Diakses dari: <https://www.researchgate.net/publication/223854169>.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Zulnika, Z. (2017). Pengaruh Akreditasi Sekolah dan Kinerja Guru terhadap Mutu Pembelajaran Siswa SMP Negeri di Kecamatan Kopang. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 2(2). 222-227.
- Zumbrunn, S., Tadlock, J., & Roberts, E. D. (2011). Encouraging Self-Regulated Learning in the Classroom: A Review of the Literature. *Metropolitan Educational Research Consortium*, 1 – 28. Virginia: Virginia Commonwealth University Press.