

**PENERAPAN S-T-E-M *QUARTET* DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMECAHAN MASALAH DAN LITERASI SAINTIFIK PESERTA DIDIK PADA
MATERI ALAT-ALAT OPTIK**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Program
Studi Pendidikan Fisika



Disusun oleh:

Rosi Vera

2002183

**PROGRAM MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

PENERAPAN S-T-E-M *QUARTET* DALAM MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN LITERASI SAINTIFIK
PESERTA DIDIK PADA MATERI ALAT-ALAT OPTIK

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh
Rosi Vera
S.Pd Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, 2019

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan Fisika

© Rosi Vera 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2023

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

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ROSI VERA
2002183**

**PENERAPAN S-T-E-M QUARTET DALAM MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN LITERASI SAINTIFIK
PESERTA DIDIK PADA MATERI ALAT-ALAT OPTIK**

disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si.
NIP. 196807031992032001**

Pembimbing II



**Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
NIP. 19770331200812001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika



**Dr. Achmad Samsudin, M.Pd
NIP. 198310072008121004**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Penerapan S-T-E-M Quartet dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Literasi Saintifik Peserta Didik pada Materi Alat-Alat Optik” ini beserta isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 28 Juli 2023
Yang menyatakan,

Rosi Vera
NIM. 2002183

**PENERAPAN S-T-E-M QUARTET DALAM MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN LITERASI SAINTIFIK
PESERTA DIDIK PADA MATERI ALAT-ALAT OPTIK**

Rosi Vera
2002183

Pembimbing I: Dr. Ida Kaniawati, M.Si.
Pembimbing II: Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
Prodi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

ABSTRAK

Penerapan S-T-E-M *Quartet* merupakan pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi masalah melalui kegiatan pembuatan proyek dengan yang berfokus pada salah satu disiplin utama STEM dengan melalui tahapan: 1) *Identify problem*, 2) *Understanding problem*, 3) *Formulate solution*, 4) *Implement solution*, 5) *Review solution*, dan 6) *New problem*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah menganalisis peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan literasi saintifik peserta didik melalui S-T-E-M *Quartet*. Penelitian dilakukan menggunakan metode *mixed methods*, dengan desain penelitian *sequential explanatory design*. Sampel pada penelitian ini adalah 28 peserta didik pada kelas kontrol dan 30 peserta didik pada kelas eksperimen dari salah satu SMA di Bandung. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari soal tes kemampuan pemecahan masalah dan soal tes literasi saintifik. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan literasi saintifik peserta didik dianalisis dengan menggunakan *N-gain*. Efektivitas dari pembelajaran S-T-E-M *Quartet* dianalisis dengan menggunakan analisis *effect size* dan uji beda. Hasil peningkatan kemampuan pemecahan masalah dari penelitian ini menunjukkan nilai *N-gain* sebesar 0,63 dengan interpretasi “sedang”. Hasil peningkatan literasi saintifik peserta didik dari penelitian ini menunjukkan nilai *N-gain* sebesar 0,71 dengan interpretasi “tinggi”. Berdasarkan hasil kemampuan pemecahan masalah pada uji beda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan eksperimen serta hasil perhitungan *effect size* yaitu 1,17 dengan kategori besar. Berdasarkan hasil literasi saintifik pada uji beda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan eksperimen serta hasil perhitungan *effect size* yaitu 1,52 dengan kategori besar. Dengan demikian, S-T-E-M *Quartet* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan literasi saintifik peserta didik materi alat-alat optik.

Kata kunci: S-T-E-M *Quartet*, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi saintifik.

IMPLEMENTATION OF S-T-E-M QUARTET IN IMPROVING STUDENTS' PROBLEM SOLVING ABILITY AND SCIENTIFIC LITERACY IN OPTICAL INSTRUMENTS MATERIALS

Rosi Vera
2002183

Supervisor I: Dr. Ida Kaniawati, M.Si.
Supervisor II: Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
Magister Program of Physics Education FPMIPA UPI

ABSTRACT

The implementation of the S-T-E-M Quartet is learning that encourages students to explore problems through focuses on one of the main S-T-E-M disciplines by going through the stages: 1) Identify the problem, 2) Understand the problem, 3) Formulate solution, 4) Implement solution, 5) Review solutions, and 6) New problems. The purpose of this study was to analyze the increase in students' problem-solving ability and scientific literacy through S-T-E-M Quartet. The research was conducted using mixed methods, with a sequential explanatory design. The sample in this study was 28 students in the control class and 30 students in the experimental class from a high school in Bandung. The instruments used in this study consisted of problem-solving ability test questions and scientific literacy test questions. Improvement of students' problem-solving abilities and scientific literacy was analyzed using N-gain. The effectiveness of S-T-E-M Quartet learning was analyzed using effect size analysis and different tests. The results of increasing problem-solving abilities from this study show an N-gain value of 0.63 with the interpretation of "medium". The results of increasing the scientific literacy of students from this study showed an N-gain value of 0.71 with the interpretation of "high". Based on the results of the problem-solving abilities in the different tests, it showed a significant difference between the control and experimental groups and the effect size calculation results were 1.17 in the large category. Based on the results of scientific literacy in the different tests, it showed a significant difference between the control and experimental groups and the effect size calculation results were 1.52 in the large category. Thus, the S-T-E-M Quartet is effective in increasing students' problem-solving abilities and scientific literacy on optical instruments.

Keywords: S-T-E-M *Quartet*, problem solving skills, and scientific literacy.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Penerapan S-T-E-M Quartet Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Literasi Sainifik Peserta Didik Pada Materi Alat-Alat Optik”. Dalam tesis ini dibahas mengenai hasil dari penerapan dari S-T-E-M Quartet untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan literasi saintifik peserta didik pada materi alat-alat optik. Adapun maksud dan tujuan penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister (M.Pd) Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.

Selama penelitian dan penulisan tesis ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan, serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis beranggapan bahwa tesis ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan. Namun penulis menyadari bahwa tidak menutup kemungkinan di dalam tesis terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Bandung, 28 Juli 2023

Yang menyatakan,

Rosi Vera

NIM. 2002183

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang mana berkat rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul “Penerapan S-T-E-M Quartet Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Literasi Saintifik Peserta Didik Pada Materi Alat-Alat Optik”. Selama proses penulisan tesis, penulis memperoleh banyak dukungan, bimbingan, serta petunjuk berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, saran perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;
2. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika, seluruh dosen, dan staf Tata Usaha yang telah memberikan izin dalam menyelesaikan penelitian;
3. Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si., Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si., Arif Hidayat, S.Pd., M.Si., Ph.D., dan Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D. selaku dosen penguji sidang tesis tahap 1 dan tahap 2, atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis untuk memperbaiki isi dan kepenulisan tesis;
4. Dr. Dadi Rusdiana, M.Si., Dr. H. Andhy Setiawan, M.Si., Dr. Achmad Samsudin, M.Pd., Dr. Lilik Hasanah, M.Si., dan Dr. Hj. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si., selaku penilai instrumen dan bahan ajar yang digunakan dalam penelitian;
5. Bapak Agus Salim dan Ibu Yusrina, kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan semangat kepada penulis sehingga dapat melalui semua proses yang ada;
6. Keluarga Besar SMA Istiqamah Bandung, khususnya Ibu Kokom Komalasari, M.Pd., serta seluruh peserta didik kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian;
7. Rekan-rekan Prodi Magiser Pendidikan Fisika angkatan 2020 yang telah memberikan semangat, doa, dan motivasi untuk penulis;

8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini. Semoga apa yang telah diberikan dilakukan Bapak, Ibu dan Saudara sekalian mendapat balasan yang berlipat ganda, Aamiin.

Bandung, 12 Mei 2023

Yang menyatakan,

Rosi Vera

NIM. 2002183

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat penelitian	7
1.5 Definisi Operasional.....	7
1.6 Struktur Organisasi Tesis	10
BAB II	12
2.1 S-T-E-M Quartet	12
2.2 <i>Problem Based Learning</i>	21
2.3 Perbandingan S-T-E-M Quartet dengan <i>Problem Based Learning</i>	21
2.4 Kemampuan Pemecahan Masalah.....	25
2.5 Literasi Sainifik	27
2.6 Hubungan antara pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i> , Kemampuan Pemecahan Masalah, dan Literasi Sainifik	36
2.7 Analisis Materi Alat-Alat Optik	40
2.8 Kerangka Berpikir	40
BAB III	43
3.1 Desain Penelitian	43
3.2 Partisipan	44
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	44
3.3 Instrumen Penelitian	44
3.3.1 Instrumen Kemampuan Pemecahan Masalah	45

3.3.2	Instrumen Literasi Sainifik.....	46
3.3.3	Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	47
3.3.4	Wawancara	47
3.4	Prosedur Penelitian	47
3.4.1	Tahap persiapan	48
3.4.2	Tahap pelaksanaan	48
3.4.3	Tahap akhir.....	49
3.5	Teknik Analisis Instrumen	51
3.5.1	Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah.....	51
3.5.2	Instrumen Tes Literasi Sainifik.....	62
3.6	Analisis Data	72
3.6.1	Analisis Peningkatan Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Literasi Sainifik	72
3.6.2	Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i>	73
3.6.3	Analisis Efektivitas Penerapan S-T-E-M <i>Quartet</i> dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Literasi Sainifik	74
3.6.4	Analisis Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah dengan Literasi Sainifik	77
BAB IV	78
4.1	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah	78
4.1.1.	<i>Usefull description</i> (mendeskripsikan masalah)	82
4.1.2	<i>Physics approach</i> (pendekatan fisika)	83
4.1.3	<i>Specific application of physics</i> (aplikasi fisika secara khusus).....	84
4.1.4	Mathematical procedure (prosedur matematika)	85
4.1.5	<i>Logical progression</i> (progresi logis).....	85
4.2	Peningkatan literasi saintifik peserta didik.....	96
4.2.1	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	100
4.2.2	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	101
4.2.3	Menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah.....	101
4.3	Keterlaksanaan S-T-E-M <i>Quartet</i>	107
4.4	Efektivitas S-T-E-M <i>Quartet</i> dalam meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Materi Alat Optik	118
4.4.1	Uji Normalitas	118
4.4.2	Uji Homogenitas	119
4.4.3	Uji Hipotesis	119
4.4.4	Analisis <i>effect size</i>	120

4.5	Efektivitas S-T-E-M <i>Quartet</i> Terhadap Peningkatan Literasi Saintifik Pada Materi Alat Optik.....	121
4.5.1	Uji Normalitas	121
4.5.2	Uji Homogenitas	121
4.5.3	Uji Mann-Whitney U	122
4.5.4	Analisis <i>effect size</i>	122
4.6	Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah dengan Literasi Saintifik.....	123
BAB V	125
5.1	Simpulan.....	125
5.2	Implikasi	126
5.3	Rekomendasi	126
DAFTAR PUSTAKA	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tahapan <i>Scientific Practice</i> dan <i>Engineering Practice</i> dalam STEM..	13
Tabel 2. 2 Karakteristik Hubungan tiap Disiplin Ilmu pada S-T-E-M <i>Quartet</i>	17
Tabel 2. 3 Perbandingan S-T-E-M <i>Quartet</i> dengan <i>Problem Based Learning</i>	22
Tabel 2. 4 Indikator Kemampuan Pemecahan	25
Tabel 2. 5 Aspek Penilaian Literasi Sainifik PISA 2018.....	28
Tabel 2.6 Konteks penilaian literasi saintifik PISA 2018.....	29
Tabel 2.7 Kompetensi Ilmiah PISA 2018	31
Tabel 2.8 Pengetahuan Konten dalam Penilaian Sains PISA 2018	33
Tabel 2. 9 Pengetahuan Prosedural dalam Penilaian Sains PISA 2018.....	34
Tabel 2. 10 Pengetahuan epistemik dalam penilaian sains PISA 2018	35
Tabel 2. 11 Hubungan antara Tahapan Pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i> dengan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Literasi Sainifik.....	37
Tabel 2. 12 Silabus Kelas XI Terkait Materi Alat-alat Optik	40
Tabel 3. 1 Instrumen Penelitian	45
Tabel 3. 2. Kisi-Kisi Soal Tes Kemampuan Pemecahan Masalah.....	46
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Soal Tes Literasi Sainifik	46
Tabel 3. 4 Nilai Minimum CVR Uji Satu Pihak $\alpha = 0,5$	52
Tabel 3. 5 Hasil Validitas Ahli Instrumen Kemampuan Pemecahan Masalah	52
Tabel 3. 6 Nilai <i>Outfit mean square</i> (MNSQ), <i>Outfit Z-standart</i> (ZSTD), dan <i>Measure Correlation</i> (Pt Mean Corr) butir tes kemampuan pemecahan masalah.....	55
Tabel 3. 7 Kriteria Nilai <i>Cronchbach Alpha</i>	57
Tabel 3. 8 Kategori Reabilitas.....	57
Tabel 3. 9 Interpretasi Taraf Kesukaran Butir Soal	59
Tabel 3. 10 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah	60
Tabel 3.11 Interpretasi nilai PTMEASURE-AL COOR.....	61
Tabel 3. 12 Hasil Daya Beda Item Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah	62
Tabel 3. 13 Hasil Validitas Ahli Instrumen Literasi Sainifik	63
Tabel 3. 14 Nilai <i>Outfit mean square</i> (MNSQ), <i>Outfit Z-standart</i> (ZSTD), dan <i>Measure Correlation</i> (Pt Mean Corr) butir soal tes literasi saintifik.....	67
Tabel 3. 15 Kriteria Nilai <i>Cronchbach Alpha</i>	68
Tabel 3. 16 Kategori Reabilitas.....	68
Tabel 3. 17 Interpretasi Taraf Kesukaran Butir Soal	70
Tabel 3. 18 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Literasi Sainifik ..	70
Tabel 3.19 Interpretasi nilai PTMEASURE-AL COOR.....	71
Tabel 3. 20 Hasil Daya Beda Item Instrumen Tes Literasi Sainifik	72
Tabel 3.21 Nilai Gain Ternormalisasi.....	73
Tabel 3. 22 Kategori Keterlaksanaan Pembelajaran	73
Tabel 3. 23 Kriteria <i>Effect size</i>	76

Tabel 4. 1 Hasil Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik	79
Tabel 4. 2. Hasil Literasi Sainifik Peserta Didik.....	96
Tabel 4. 3 Aspek yang diamati pada Lembar Observasi Keterlaksanaan S-T-E-M <i>Quartet</i> (Pertemuan 1-3)	108
Tabel 4. 4 Aspek yang diamati pada Lembar Observasi Keterlaksanaan S-T-E-M <i>Quartet</i> (Pertemuan 4)	110
Tabel 4. 5 Keterlaksanaan Pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i>	111
Tabel 4. 6. Rekapitulasi Jawaban Setiap Kelompok pada Tahapan <i>Understand the Problem</i>	113
Tabel 4. 7 Hasil Diskusi Peserta Didik Terkait Solusi Permasalahan.....	115
Tabel 4. 8 Gambar Hasil Desain Peserta Didik.....	116
Tabel 4. 9. Hasil Produk Setiap Kelompok.....	117
Tabel 4. 10 Hasil Uji Normalitas Skor Kemampuan Pemecahan Masalah.....	119
Tabel 4. 11 Hasil Uji Homogenitas Skor Kemampuan Pemecahan Masalah ..	119
Tabel 4. 12 Hasil Uji t Skor Kemampuan Pemecahan Masalah	120
Tabel 4. 13 Perhitungan <i>Effect Size</i> Sesuai Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	120
Tabel 4. 14 Hasil Uji Normalitas Skor Literasi Sainifik.....	121
Tabel 4. 15 Hasil uji homogenitas skor literasi saintifik.....	122
Tabel 4. 16 Hasil uji Mann-Whitney U skor litrasi saintifik	122
Tabel 4. 17 Perhitungan Effect Size sesuai kelas kontrol dan kelas eksperimen	123
Tabel 4. 18 Hasil Uji Regresi Linear	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 S-T-E-M <i>Quartet instructional framework</i> yang berpusat pada masalah.....	16
Gambar 2.2 S-T-E-M <i>Quartet instructional framework</i> yang berpusat pada solusi	19
Gambar 2. 3 S-T-E-M <i>Quartet instructional framework</i> yang berpusat pada pengguna	20
Gambar 2.4 Butir soal kemampuan pemecahan masalah.....	27
Gambar 2.5 Keterkaitan antara ketiga aspek literasi saintifik.....	29
Gambar 2. 6 Contoh soal literasi saintifik.....	36
Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir	42
Gambar 3. 1 Model <i>sequential explanatory design</i>	43
Gambar 3. 2 Prosedur penelitian.....	50
Gambar 3. 3 Hasil multi-rater validasi ahli soal tes kemampuan pemecahan masalah.....	53
Gambar 3. 4 Hasil pengukuran ahli pada soal tes kemampuan pemecahan masalah.....	53
Gambar 3. 5 Nilai <i>OUTFIT (MNSQ)</i> , <i>OUTFIT ZSTD</i> , dan <i>PT MEASURE CORE</i> setiap butir soal kemampuan pemecahan masalah.....	55
Gambar 3. 6 Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> dan <i>alpha cronchbach</i> instrumen tes kemampuan pemecahan masalah.....	58
Gambar 3. 7 <i>Measure Logit</i> dan standar deviasi pada keluaran <i>item measure</i> setiap butir soal tes kemampuan pemecahan masalah.....	59
Gambar 3. 8 Nilai <i>PTMEASURE-AL COOR</i> instrumen tes kemampuan pemecahan masalah.....	61
Gambar 3. 9 Hasil multi-rater validasi ahli soal tes literasi saintifik.....	65
Gambar 3. 10 Hasil pengukuran ahli pada soal tes literasi saintifik	65
Gambar 3. 11 Nilai <i>OUTFIT (MNSQ)</i> , <i>OUTFIT ZSTD</i> , dan <i>PT MEASURE CORE</i> setiap butir soal tes literasi saintifik	66
Gambar 3. 12 Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> dan <i>alpha cronchbach</i> instrumen tes literasi saintifik	69
Gambar 3. 13 <i>Measure Logit</i> dan standar deviasi pada keluaran <i>item measure</i> setiap butir soal tes literasi saintifik	70
Gambar 3. 14 Nilai <i>PTMEASURE-AL COOR</i> instrumen tes literasi saintifik.....	71
Gambar 4. 1 Diagram frekuensi kategori <i>N-gain</i> kemampuan pemecahan masalah pada kelas kontrol (kiri) dan kelas eksperimen (kanan)	80
Gambar 4. 2 Nilai setiap indikator kemampuan pemecahan masalah pada kelas kontrol	81
gambar 4. 3 Nilai setiap indikator kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen	82

Gambar 4. 4 Persentase kategori <i>expert</i> dan <i>novice</i> kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada kelas kontrol.....	88
Gambar 4. 5 Persentase kategori <i>expert</i> dan <i>novice</i> kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada kelas eksperimen.....	88
Gambar 4. 6 <i>Wright map</i> kemampuan pemecahan masalah pada da kelas kontrol <i>pre-test</i> (kiri) dan <i>post-test</i> (kanan).....	92
Gambar 4. 7 <i>Wright map</i> kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen <i>pre-test</i> (kiri) dan <i>post-test</i> (kanan).....	94
Gambar 4. 8 Diagram frekuensi kategori <i>N-gain</i> literasi saintifik peserta didik pada kelas kontrol (kiri) dan kelas eksperimen (kanan)	98
Gambar 4. 9 Hasil <i>pre-test</i> , <i>post-test</i> , dan <i>N-gain</i> indikator literasi saintifik peserta didik pada kelas kontrol.....	99
Gambar 4. 10 Hasil <i>pre-test</i> , <i>post-test</i> dan <i>n-gain</i> indikator literasi saintifik peserta didik pada kelas eksperimen	99
Gambar 4. 11 <i>Wright map</i> literasi saintifik peserta didik pada kelas kontrol <i>pre-test</i> (kiri) dan <i>post-test</i> (kanan)	104
Gambar 4. 12 <i>Wright map</i> literasi saintifik peserta didik pada kelas eksperimen <i>pre-test</i> (kiri) dan <i>post-test</i> (kanan).....	105
Gambar 4. 13 Hasil uji rater observasi keterlaksanaan pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i>	112
Gambar 4. 14 Hasil uji rater observasi keterlaksanaan pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i>	109

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	125
Lampiran A.1. Instrumen Soal Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Alat-Alat Optik.....	126
Lampiran A.2. Instrumen Soal Tes Literasi Sainifik Materi Alat-Alat Optik	142
Lampiran A.3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) S-T-E-M <i>Quartet</i>	156
Lampiran A.4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) <i>Problem Based Learning</i>	175
Lampiran A.5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) S-T-E-M <i>Quartet</i>	185
Lampiran A.6. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) <i>Problem Based Learning</i>	212
Lampiran A.7. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran S-T-E-M <i>Quartet</i>	227
Lampiran A.8. Lembar Wawancara Peserta Didik terhadap Tes Kemampuan Pemecahan Masalah	234
Lampiran A.9. Lembar Wawancara Peserta Didik terhadap Tes Literasi Sainifik	235
LAMPIRAN B	236
Lampiran B.1. Lembar Validasi Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Alat-Alat Optik.....	238
Lampiran B.2. Lembar Validasi Instrumen Tes Literasi Sainifik Materi Alat-Alat Optik	247
LAMPIRAN C	270
Lampiran C.1. Rekapitulasi Skor Kemampuan Pemecahan Masalah <i>Pre-test</i> Kontrol.....	271
Lampiran C.2. Rekapitulasi Soal Kemampuan Pemecahan Masalah <i>Post-test</i> Kontrol.....	273
Lampiran C.3. Rekapitulasi Soal Kemampuan Pemecahan Masalah <i>Pre-test</i> Eksperimen	275
Lampiran C.4. Rekapitulasi Soal Kemampuan Pemecahan Masalah <i>Post-test</i> Eksperimen	277
Lampiran C.5. Rekapitulasi Skor Literasi Sainifik <i>Pre-test</i> Kontrol	279
Lampiran C.6. Rekapitulasi Soal Literasi Sainifik <i>Post-test</i> Kontrol	280

Lampiran C.7. Rekapitulasi Soal Literasi Saintifik <i>Pre-test</i> Eksperimen	281
Lampiran C.8. Rekapitulasi Soal Literasi Saintifik <i>Post-test</i> Eksperimen...	282
Lampiran C.9. Rekapitulasi Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Kontrol dan Eksperimen <i>N-Gain</i>	283
Lampiran C.10. Rekapitulasi Peningkatan Literasi Saintifik Kontrol dan Eksperimen <i>N-Gain</i>	284
LAMPIRAN D.....	285
Lampiran D.1. Surat Izin Penelitian.....	286
Lampiran D.2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	287

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El-Khalick F, Boujaoude S, Duschl R, Lederman NG, Mamlok-Naaman R, Hofstein A, Niaz M and Treagust D 2004 Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education* 88 397-419
- Adams, W. K., & Wieman, C. E. (2015). Analyzing The Many Skills Involved In Solving Complex Physics Problems. *American Journal of Physics*, 83(5), 459-467.
- Akben, N. (2020). Effects Of The Problem-Posing Approach On Students' Problem Solving Skills And Metacognitive Awareness In Science Education. *Research in Science Education*, 50(3), 11431165
- Apriyani, R., Ramalis,T.,R., & Suwarma, I.R. (2019). Analyzing Student's Problem Solving Abilities of Direct Current Electricity in STEM-based Learning. *Journal of Science Learning*. 2(3).85-91
- Ardianto, D., & Rubini, B. (2016). Comparison Of Students' Scientific Literacy In Integrated Science Learning Through Model Of Guided Discovery And Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 31-37.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach (9th ed.)*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2016). The Effect Of Problem Based Learning (PBL) Instruction On Students' Motivation And Problem Solving Skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857-871.
- Azura, F., Jatmiko, B., Ibrahim, M., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2021, November). A Profile of Scientific Literacy of Senior High School Students on Physics Learning. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2110, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
- Bao, L. (2006). Theoretical Comparisons of Average Normalized Gain Calculations. *American Journal of Physics*, 74(10), 917-922.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

- Browne, R. H. (2010). The t-test p value and its relationship to the effect size and $P(X > Y)$. *The American Statistician*, 64(1), 30-33.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2016). Integrated STEM education. In *STEM road map* (pp. 23-38). Routledge.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Coe, R. (2002, September). What effect size is and why it is important. In *British Educational Research Association annual conference, Exeter*.
- Coe, R. (2012). Effect size. *Research methods and methodologies in education*, 368, 377.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (eight edition). Abingdon, Oxon.
- Craig, T.T., & Marshall, J. (2019). Effect of Project-Based Learning on High School Students' State-Mandated, Standardized Math and Science Exam Performance. *J. Res. Sci. Teach*, 56(10), 1461–1488.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design (Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches)*. London: SAGE Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design (Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches)*. London: SAGE Publications, Inc.
- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education*, 14(2), 10-15.
- De Graaf, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International journal of engineering education*, 19(5), 657-662.
- Delgado-Rico, E., Carretero-Dios, H., & Ruch, W. (2012). Content validity evidences in test development: An applied perspective. *International Journal of Clinical and Health Psychology España*, 12(3), 449-460.
- Demirhan, E., & Şahin, F. (2019). The Effects of Different Kinds of Hands-on Modeling Activities on the Academic Achievement, Problem-Solving Skills, and Scientific Creativity of Prospective Science Teachers. *Research in Science Education*, 1-19
- Dewi, F. H., Samsudin, A., & Chandra, D. T. (2021, November). Developing FDMT to investigate students' mental model on fluid dynamic concept: a

- Rasch model analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2098, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Dewi, F. H., Samsudin, A., & Chandra, D. T. (2021, November). Developing FDMT to investigate students' mental model on fluid dynamic concept: a Rasch model analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2098, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwarma, I. R. (2018, May). Penerapan pembelajaran fisika menggunakan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah peserta didik pada materi listrik dinamis. In *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika* (pp. 381-385).
- Ding, L., Reay, N., Lee, A., & Bao, L. (2011). Exploring The Role Of Conceptual Scaffolding In Solving Synthesis Problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2), 020109.
- Dinis-Carvalho, J., Ferreira, A., Barbosa, C., Lopes, C., Macedo, H., & Tereso, P. (2018, June). Effectiveness of scrum in *Quartet*: Students view. In *International Conference on Innovation, Engineering and Entrepreneurship* (pp. 1118-1124). Springer, Cham.
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., & Yang, J. (2016). Assessing Student Written Problem Solutions: A Problem-Solving Rubric with Application to Introductory Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1).
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(2), 020106.
- Docktor, J., & Heller, K. (2009). Robust Assessment Instrument for Student Problem Solving. Dalam *Proceedings of the NARST 2009 Annual Meeting, Garden Grove, CA* (hlm. 1–19).
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific Literacy In School. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 209, 167-172.
- Ee, N. S., & Yeo, K. J. (2018). Item Analysis for the Adapted Motivation Scale Using Rasch Model. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 7(4), 264-269.
- English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and

- construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., dan Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- Germaine, R., Richards, J., Koeller, M., & Schubert-Irastorza, C. (2016). Purposeful Use Of 21st Century Skills In Higher Education. *Journal of Research in Innovative Teaching*, 9(1).
- Gucluer, E., & Kesercioglu, T. (2012). The Effect of Using Activities Improving Scientific Literacy on Students' Achievement in Science and Technology Lesson. *Online Submission*, 1(1), 8-13.
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). Virtual Laboratory To Improve Students' Problem-Solving Skills On Electricity Concept. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 257-264.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. AREA- D American Education Research Association's Devison.D, Measurement and Reasearch Methodology.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, And Low Achievers Differently: The Impact Of Student Factors On Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Heller, K., & Heller, P. (2010). Cooperative problem solving in physics a user's manual. In Tersedia: <http://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-ProblemSolvingGuide.pdf>.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of science education*, 29(11), 1347-1362.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status. *Prospects, and an Agenda for Research*
- Huberty, C. J. (2002). A history of effect size indices. *Educational and Psychological measurement*, 62(2), 227-240.
- Idawati, I., Muhardjito, M., & Yuliati, L. (2019). Authentic Learning Berbasis Inquiry dalam Program STEM terhadap Literasi Saintifik Peserta Didik

Berdasarkan Tingkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta didik. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(8), 1024-1029.

- Ince, E. (2018). An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education. *Journal of Education and Learning*, 7(4), 191-200.
- Jamaludin, A., & Hung, D. (2017). Problem-Solving For STEM Learning: Navigating Games As Narrativized Problem Spaces For 21 St Century Competencies. *Research And Practice In Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1-14.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-11.
- Kelly, G. J., & Brown, C. (2002). Communicative demands of learning science through technological design: Third grade students' construction of solar energy devices. *Linguistics and Education*, 13(4), 483-532.
- Kemendikbud. (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 21 tahun 2016. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Khaeroningtyas, N., Permanasari, A., & Hamidah, I. (2016). Stem Learning In Material Of Temperature And Its Change To Improve Scientific Literacy Of Junior High School. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 94-100.
- Khoiri, A., Komariah, N., Utami, R. T., Paramarta, V., & Sunarsi, D. (2021, February). 4Cs Analysis of 21st Century Skills-Based School Areas. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1764, No. 1, p. 012142). IOP Publishing.
- Khoirina, M., Cari, C., & Sukarmin. (2018). Identify Students' Literasi Saintifik Ability at Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012024>
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824. Kurniawati, L., Aminah, N. S., & Marzuki, A. (2019, March). Assessing scientific literacy on optics among high school students in Kudus. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1170, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

- Kurniawati, L., Aminah, N. S., & Marzuki, A. (2019, March). Assessing Scientific Literacy On Optics Among High School Students In Kudus. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1170, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st century skills: Prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121-123.
- Latifah, S., Anugrah, A., Saregar, A., & Jermisittiparsert, K. (2019). Approaching Problem-Solving Skills of Momentum and Impulse Phenomena Using Context and Problem-Based Learning. *European Journal of Educational Research*. 8(4), 1217-1227.
- Leak, A. E., Rothwell, S. L., Olivera, J., Zwickl, B., Vosburg, J., & Martin, K. N. (2017). Examining Problem Solving In Physics-Intensive Ph. D. Research. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020101.
- Lestari, H., Rahmawati, I., Sikandari, R., & Dafenta, H. (2021). Implementation Of Blended Learning With A Stem Approach To Improve Student Scientific Literacy Skills During The Covid-19 Pandemic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 224-231.
- Lim, C., & Han, H. (2020). Development Of Instructional Design Strategies For Integrating An Online Support System For Creative Problem Solving Into A University Course. *Asia Pacific Education Review*, 21(4), 539-552.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). Apakah model pembelajaran problem based learning dan project based learning mampu melatih keterampilan abad 21?. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 2(1), 48-55.
- Melinda, V., Hariyono, E., Erman, E., & Prahani, B. K. (2021, November). Profile of Students' Scientific Literacy in Physics Learning during COVID-19 Pandemic. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2110, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Millar, R., Lubben, F., Got, R., & Duggan, S. (1994). Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207-248.
- N. Nurdini, A. Suhandi, T. Ramalis, A. Samsudin, N. J. Fratiwi, and B. Costu, "Developing Multitier Instrument of Fluids Concepts (MIFO) to Measure Student's Conception: A Rasch Analysis Approach," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 12, no. 6, pp. 3069–3083, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201273.

- N. Nurdini, A. Suhandi, T. Ramalis, A. Samsudin, N. J. Fratiwi, and B. Costu, "Developing Multitier Instrument of Fluids Concepts (MIFO) to Measure Student's Conception: A Rasch Analysis Approach," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 12, no. 6, pp. 3069–3083, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201273.
- Nentwig, P., Roennebeck, S., Schoeps, K., Rumann, S., & Carstensen, C. (2009). Performance and levels of contextualization in a selection of OECD countries in PISA 2006. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(8), 897-908.
- Netwong, T. (2018). Development of Problem Solving Skills by Integration Learning Following STEM Education for Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(9), 639-643.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standard: for states, by states. Washington DC: *The national academic press*
- Nurhayati, N., & Angraeni, L. (2017) Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi peserta didik (Higher Order Thinking) dalam Menyelesaikan Soal Konsep Optika melalui Model Problem Based Learning, *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), pp. 119–126. doi: 10.21009/1.03201.
- OECD (2017), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2019), *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge And Skills : The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework-mathematics, reading, science, and problem solving knowledge and skills*
- Parno, Yuliati, L., & Munfaridah, N. (2018, May). The Profile Of High School Students' Scientific Literacy On Fluid Dynamics. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012027). IoP Publishing.
- Purnamasari, I., Yuliati, L., & Diantoro, M. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Model Mental Peserta Didik Pada Materi Fluida Statis.

Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan, 3(10), 1299-1302.

- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The Effect of *STEM Quartet* and Discovery Learning on Improving Students' Problem-Solving Skills of Impulse and Momentum Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 465-476.
- Retno, N. H. D., Sunarno, W., & Marzuki, A. (2019, August). Influence Of Physics Problem-Solving Ability Through The *Quartet* Towards Vocational High School Students' Learning Outcomes. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1307, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- Ringo, E. S., Kusairi, S., & Latifah, E. (2019). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMA pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(2), 178-187.
- Ristanto, R. H., Zubaidah, S., Amin, M., & Rohman, F. (2017). Scientific Literacy Of Students Learned Through Guided Inquiry. *International Journal of Research & Review*, 4(5), 23-30.
- Roberts, R., Gott, R., & Glaesser, J. (2010). Students' approaches to open-ended science investigation: The importance of substantive and procedural understanding. *Research Papers in Education*, 25(4), 377-407.
- Rokhmah, A., Sunarno, W., & Masykuri, M. (2017). Science literacy indicators in optical instruments of high school physics textbooks chapter. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(1), 19-24
- Rubini, B., Ardianto, D., Setyaningsih, S., & Sariningrum, A. (2019, June). Using socio-scientific issues in problem based learning to enhance science literacy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1233, No. 1, p. 012073). IOP Publishing.
- Rusilowati, A., Kurniawati, L., Nugroho, S. E., & Widiyatmoko, A. (2016). Developing an Instrument of Scientific Literacy Assessment on the Cycle Theme. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12), 5718-5727.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-Century Skills Requires 21st-Century Teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8-13.
- Sabudin, S., Mansor, A. N., Meerah, S. M., & Muhammad, A. (2018). Validity and Reliability of Students' Science and Technology Culture Instrument

- (BST-M) using Rasch Measurement Model. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(5)
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Md Zain, A. N., & Ale Ebrahim, N. (2020). The Effect of STEM *Quartet* on Self-Efficacy among High-School Physics Students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 94-108.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Scherer, R., & Beckmann, J. F. (2014). The Acquisition Of Problem Solving Competence: Evidence From 41 Countries That Math And Science Education Matters. *Large-scale Assessments in Education*, 2(1), 1-22.
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming A Traditional Inquiry-Based Science Unit Into A STEM Unit For Elementary Pre-Service Teachers: A View From The Trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 302-315.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing Teacher Education And Professional Development Needs For The Implementation of Integrated Approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-16.
- Sinaga, P., Amsor, & Cahyanti, F. D. (2019). Effectiveness of the new generation e-book application for mobile phones in improving the conceptual mastery of kinematics. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(2), 217-232.
- Smiley, J. (2015). Classical test theory or Rasch: A personal account from a novice user. *SHIKEN*, 19(1)
- Sugiyono. (2010). *Statistika untuk Penelitian (Edisi 17)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the P value is not enough. *Journal of graduate medical education*, 4(3), 279-282.
- Suminten, N. (2015). Penerapan Strategi Pembelajaran *Relating-ExperiencingApplying-Cooperating-Transferring* (REACT) Menggunakan Pendekatan Inquiri untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan

Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta didik. Tesis. Tidak dipublikasikan. Universitas Pendidikan Indonesia.

- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan Rasch pada Assessment pendidikan*. Bandung: Trim Komunikata
- Tan, A. L., Teo, T. W., Choy, B. H., & Ong, Y. S. (2019). The STEM quartet. *Innovation and Education*, 1(1), 1-14.
- Tang, T., Vezzani, V., dan Erikson, V. (2020). Developing Critical Thinking, Collective Creativity Skills And Problem Solving Through Playful Design Jams. *Thinking Skills and Creativity*, 37.
- Taqwa, M. R. A., Faizah, R., Rivaldo, L., Safitri, D. E., Aini, F. N., & Sodikin, M. I. (2019, December). Students' Problem-Solving Ability in Temperature and Heat Concepts. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1339, No. 1, p. 012132). IOP Publishing.
- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. I. O. P. (2017, September). The Effect Of STEM Learning Through The Project Of Designing Boat Model Toward Student STEM Literacy. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012157). IOP Publishing.
- Teo, T. W., Tan, A. L., Ong, Y. S., & Choy, B. H. (2021). Centricities of STEM curriculum frameworks: Variations of the STEM Quartet. *STEM Education*, 1(3), 141.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A. & Hellinckx, L. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Tumanggor, A. M. R., Jumadi, J., Wilujeng, I., & Ringo, E. S. (2019). The Profile Of Students' Physics Problem Solving Ability In Optical Instruments. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(1), 29-40.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Wati, M. (2019). The effectiveness of problem-based learning in improving students scientific literacy skills and scientific attitudes. *The Effectiveness*

of Problem-Based Learning in Improving Students Scientific Literacy Skills and Scientific Attitudes.

- Williams, M. (2018). The Missing Curriculum In Physics Problem-Solving Education. *Science & Education*, 27(3), 299-319.
- Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. *Measurement and evaluation in counseling and development*, 45(3), 197-210.
- Winter, E.O., *Some Aspects of Cohesion in Sentence and Clause in Scientific English*. 1968, University College London.
- Xie, J., & Masingila, J. O. (2017). Examining Interactions Between Problem Posing And Problem Solving With Prospective Primary Teachers: A Case Of Using Fractions. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 101-118.
- Yulianawati, D., Hasanah, L., & Samsudin, A. (2018, May). A Case Study Of Analyzing 11th Graders' Problem Solving Ability On Heat And Temperature Topic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Yuliati, L., Hapsari, A. A., Nurhidayah, F., & Halim, L. (2018, November). Building scientific literacy and physics problem solving skills through inquiry-based learning for STEM education. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1108, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.
- Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through Inquiry-Based Learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 123-138.
- Yuliati, L., Yogismawati, F., Purwaningsih, E., & Affriyenni, Y. (2021, March). Concept acquisition and scientific literacy of physics within inquiry-based learning for STEM Education. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1835, No. 1, p. 012012). IOP Publishing
- Zoltowski, C.B., Oakes, W.C. and Cardella, M.E., Students' ways of experiencing human- centered design. *Journal of Engineering Education*, 2013, 101(1): 25-59. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00040.x>