

**PENERAPAN PEMBELAJARAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,  
ENGINEERING AND MATHEMATICS* PADA MATERI  
KONDUKTIVITAS THERMAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI  
STEM SISWA SMA**

**TESIS**

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Magister Pendidikan Fisika*



Disusun oleh :

HARPIAN

NIM 2105394

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

**PENERAPAN PEMBELAJARAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING DAN MATHEMATIC* PADA MATERI KONDUKTIVITAS THERMAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI STEM SISWA SMA**

Oleh :  
HARPIAN  
2105394

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

©Harpian 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

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

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

HARPIAN

**PENERAPAN PEMBELAJARAN SCIENCE, TECHNOLOGY,  
ENGINEERING AND MATHEMATICS PADA MATERI  
KONDUKTIVITAS THERMAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI  
STEM SISWA SMA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



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

NIP. 198105032008012015

Pembimbing II



**Dr. Andhy Setiawan, M.Si**

NIP. 197310131998021001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan Fisika  
pada Program Sarjana dan Magister



**Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd.**

NIP. 198310072008120004

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul “**PENERAPAN PEMBELAJARAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS* PADA MATERI KONDUKTIVITAS THERMAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI STEM SISWA SMA**” 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 ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan,

Harpian  
NIM. 2105394

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak lepas dari peran beberapa pihak yang turut andil dalam proses penyelesaian tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, bantuan dan dukungan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih diberikan kepada :

1. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si., selaku Kepala Departemen Pendidikan Fisika Sekolah Pascasarjana yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Irma Rahma Suwarma, S.Si, M.Pd, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, dukungan, masukan. Motivasi dan semangat dalam penyelesaian tesis ini.
3. Dr. Andhy Setiawan, M.Si., selaku Dosen pembimbing II yang memberikan arahan, masukan dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini
4. Dosen dan staff tata usaha Program studi Pendidikan Fisika yang telah mendidik dan membantu peneliti dalam menyelesaikan mata kuliah dan kepengurusan administrasi perkuliahan
5. Kepala sekolah, semua guru terutama guru Fisika dan staff SMA Kartika XIX-2 Bandung yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian
6. Rosalina Eso, S.Si., M.Si dan Dra. Hj. Erniwati, M.Si., selaku dosen yang telah memberikan dukungan dan dorongan melalui surat rekomendasi untuk melanjutkan pendidikan
7. Ayahanda Bapak Darmin, Ibunda Wa Ntaa terima kasih atas semangatnya, kerja kerasnya, pengorbanannya bisa sampai menyekolahkan kalambemu (anak gadis) ini sampai ke jenjang S2. Gelar Magister ini penulis persembahkan untuk kalian kedua Syurgaku
8. Dinda-dindaku (Irnalfin, Mardian, Rasdin dan Hardan) yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
9. Rekan Muhamad (Kaka Ito) selaku yang selalu membantu memberikan bantuan dan masukan selama perkuliahan

10. Rekan Muhammad Rizal (Kaka Rizal), Adi Candra (Kaka Acang), Roslina (Dekna) dan Febrina Aspyan Tari (Beb Tari) selaku yang terus memberikan bantuan dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini
11. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika SPs UPI Bandung angkatan 2021 yang saling memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis ini

Bandung, Agustus 2023

Penulis

Harpian

**PENERAPAN PEMBELAJARAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,*  
*ENGINEERING AND MATHEMATICS* PADA MATERI  
KONDUKTIVITAS THERMAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI  
STEM SISWA SMA**

Harpian  
2105394

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan literasi STEM siswa SMA pada materi konduktivitas thermal dengan diterapkannya pembelajaran STEM. Metode yang digunakan pada *mixed methods*. Dan desain yang digunakan yaitu desain *exploratory sequential*. Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah swasta Kota Bandung. Sampel dalam penelitian terdiri dari 31 peserta didik kelas XI IPA. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes dalam bentuk pilihan ganda sebanyak 20 soal, skala sikap dalam bentuk pernyataan dan lembar observasi penilaian kerja. Hasil analisis literasi STEM aspek pengetahuan menunjukkan bahwa mengalami peningkatan dengan n-gain 0,64 (sedang) dan *effect size* 3,10 (kuat). Peningkatan literasi STEM aspek pengetahuan pada literasi sains hasil n-gain 0,71 (tinggi) dengan *effect size* 1,36 (kuat), literasi *technology-engineering* hasil n-gain 0,72 (tinggi) dan *effect size* 2,14 (kuat) dan literasi matematika hasil n-gain 0,57 (sedang) dan dengan *effect size* 2,12 (kuat). Peningkatan literasi STEM aspek sikap mengalami peningkatan yang signifikan dengan hasil n-gain 0,41 (sedang) dan *effect size* 1,64 (kuat). Capaian literasi STEM aspek keterampilan mencapai rata-rata 88,74. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran STEM mampu meningkatkan literasi STEM aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan. Hal ini terbukti dengan respon positif yang diberikan oleh peserta didik terhadap pembelajaran STEM.

Keyword : Pembelajaran STEM, Konduktivitas Thermal, Literasi STEM

**IMPLEMENTATION OF *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS* LEARNING TO THERMAL CONDUCTIVITY MATERIAL TO IMPROVE STEM LITERACY OF HIGH SCHOOL STUDENTS**

Harpian  
2105394

**ABSTRACT**

This study aims to analyze the increase in STEM literacy of high school students in the subject of thermal conductivity with the application of STEM learning. The method used in mixed methods. And the design used is exploratory sequential design. This research was conducted in one of the private schools in the city of Bandung. The sample in the study consisted of 31 students of class XI IPA. The research instrument used was a test in the form of multiple choice of 20 questions, an attitude scale in the form of a statement and work assessment observation sheets. The results of the STEM literacy analysis on the knowledge aspect show that it has increased with an n-gain of 0.64 (moderate) and an effect size of 3.10 (strong). Increase in STEM literacy aspects of knowledge in scientific literacy with an n-gain result of 0.71 (high) with an effect size of 1.36 (strong), technology-engineering literacy with an n-gain result of 0.72 (high) and an effect size of 2.14 (strong ) and mathematical literacy with an n-gain result of 0.57 (moderate) and an effect size of 2.12 (strong). The increase in STEM literacy in the attitude aspect experienced a significant increase with an n-gain of 0.41 (moderate) and an effect size of 1.64 (strong). STEM literacy achievement in the skill aspect reaches an average of 88.74. Thus it can be concluded that the application of STEM learning is able to increase STEM literacy in aspects of knowledge, attitudes and skills. This is evidenced by the positive response given by students towards STEM learning.

Keyword : STEM Learning, Thermal Conductivity, STEM Literacy



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan tesis sebagai tugas akhir untuk pada sekolah pascasarjana. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada panutan umat, Nabi besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga, sahabat, sampai kepada kita selaku pengikutnya.

Penyusunan tesis dengan judul “Penerapan Pembelajaran *Science, Technology, Engineering and Mathematics* pada Materi Konduktivitas Thermal untuk Meningkatkan Literasi STEM Siswa SMA” ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian Program S2 (Magister Pendidikan) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Bandung. Dengan penerapan pembelajaran STEM diharapkan dapat menunjang keefektifan pembelajaran sehingga anak didik merasa senang mengikuti pembelajaran dan hasil pembelajaran sesuai dengan apa yang diharapkan.

Penulis menyadari tesis ini masih banyak kekurangannya. Meskipun demikian, semoga ada kontribusi yang bermanfaat bagi dunia pendidikan dan juga bagi penulis. Semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak yang menaruh perhatian pada bidang pendidikan. Aamiin.

Bandung, Agustus 2023

Harpian  
NIM. 2105394

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Pertanyaan Penelitian .....	6
1.5 Definisi Operasional.....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
1.7 Struktur Organisasi Tesis .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Pendekatan STEM ( <i>Science, Technology Engineering and Mathematics</i> ).....	10
2.2 Literasi STEM.....	15
2.3 Konduktivitas Thermal.....	21
2.4 Penelitian yang Relevan .....	23
2.5 Kerangka Pikir Penelitian .....	24
2.6 Hipotesis Penelitian.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	27
3.2 Partisipan.....	28
3.3 Populasi dan Sampel .....	28
3.4 Instrumen Penelitian.....	29
3.5 Prosedur Penelitian.....	39
3.6 Analisis Hasil Penelitian .....	42
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>46</b>

4.1.Keterlaksanaan Pembelajaran STEM.....	46
4.2.Peningkatan Literasi STEM Aspek Pengetahuan .....	55
4.3.Peningkatan Literasi STEM Aspek Sikap.....	73
4.4.Capaian Literasi STEM Aspek Keterampilan.....	79
4.5.Pengaruh Pembelajaran STEM terhadap Peningkatan Literasi STEM Siswa Aspek Pengetahuan dan Aspek Sikap .....	84
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>97</b>
5.1.Simpulan .....	97
5.2.Implikasi .....	98
5.3.Rekomendasi .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>108</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian.....	25
Gambar 3.1 Desain <i>Sequential Exploratory</i> .....	27
Gambar 3.2 Bagan Alur penelitian.....	41
Gambar 4.1 Contoh Hipotesis Siswa Tentang Perpindahan Panas Secara Konduksi dan Konduktivitas Thermal .....	48
Gambar 4.2 Contoh Hipotesis Siswa Tentang Perpindahan Panas Secara konveksi .....	49
Gambar 4.3 Contoh Hipotesis Siswa Tentang Perpindahan Panas Secara Radiasi.....	49
Gambar 4.4 Contoh Jawaban Peserta Didik Mengenai Pengaruh Panjang Dan Besar Kecil Kawat.....	50
Gambar 4.5 Cuplikan Desain yang Dibuat Oleh Peserta Didik .....	52
Gambar 4.6 Tahap Proses pembuatan Proyek <i>Heat Storage</i> .....	53
Gambar 4.7 Tahap Proses Uji Coba.....	54
Gambar 4.8 Hasil Akhir Proyek <i>Heat Storage</i> .....	54
Gambar 4.9 Literasi STEM Sebelum dan Sesudah Penerapan Pembelajaran STEM .....	57
Gambar 4.10 Perbandingan nilai rata-rata <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> Literasi STEM... 68	
Gambar 4.11 Perbandingan <i>n-gain</i> Literasi STEM .....	69
Gambar 4.12 Rekapitulasi Hasil Rata-Rata Capaian Literasi STEM Aspek Keterampilan .....	80
Gambar 4.13 Cuplikan Hasil Salah Satu Proyek yang Dibuat oleh Peserta Didik.....	82
Gambar 4.14 Literasi STEM Aspek Keterampilan Per indikator .....	83
Gambar 4.15 Rekapitulasi Tanggapan Peserta Didik Terhadap Pembelajaran	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Perspektif Siswa tentang STEM.....	13
Tabel 2.2 Definisi Literasi STEM Dari Beberapa Organisasi Dunia.....	17
Tabel 2.3 Indikator Literasi STEM .....	20
Tabel 2.4 Kisi-Kisi Angket Untuk Menilai Aspek Sikap .....	21
Tabel 2.5 Konduktivitas termal bahan .....	22
Tabel 3.1 <i>One Group Pretest Posttest Design</i> .....	27
Tabel 3.2 Instrumen penelitian.....	29
Tabel 3.3 Kisi-kisi Soal Literasi STEM Aspek Pengetahuan .....	30
Tabel 3.4 Kategori Pengujian Validasi .....	32
Tabel 3.5 Hasil Reliabilitas Instrumen Tes .....	34
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perhitungan Validitas, Uji Reliabilitas, Tingkat Kesukaran Dan Daya Pembeda .....	35
Tabel 3.7 Kisi-Kisi Instrumen Literasi STEM Aspek Sikap.....	37
Tabel 3.8 Kisi-Kisi Literasi STEM Aspek Keterampilan .....	38
Tabel 3.9 Kisi-Kisi Angket Tanggapan Siswa.....	39
Tabel 3.10 Interpretasi Gain Ternormalisasi yang Dimodifikasi .....	43
Tabel 3.11 Kriteria <i>Effect Size</i> .....	43
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> siswa.....	56
Tabel 4.2. Literasi STEM.....	58
Tabel 4.3. Rekapitulasi Literasi Sains.....	59
Tabel 4.4 Rekapitulasi Literasi Sains Per Komponen.....	61
Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai Pretest Dan Posttest Literasi <i>Technology-Engineering</i> .....	63
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Literasi <i>Technology-Engineering</i> .....	63
Tabel 4.7 Rekapitulasi Literasi <i>Technology-Engineering</i> Per Indikator .....	64
Tabel 4.8 Rekapitulasi Literasi Matematika .....	66
Tabel 4.9 Perbandingan Peningkatan Setiap Indikator Literasi Sains , Literasi <i>Technology Engineering</i> , dan Literasi Matematika .....	71
Tabel 4.10 Nilai Minimum dan Maksimum Literasi STEM Aspek Sikap .....	74
Tabel 4.11 Hasil Analisis Literasi STEM Aspek Sikap.....	74
Tabel 4.12 Rekapitulasi Literasi STEM Aspek Sikap Pada Setiap Aspek .....	75

Tabel 4.13 Rekapitulasi Literasi Stem Aspek Sikap Per Indikator .....	76
Tabel 4.14 Hasil Uji Normalitas Literasi STEM aspek Pengetahuan .....	84
Tabel 4.15 Hasil Uji Homogenitas Literasi STEM aspek Pengetahuan .....	85
Tabel 4.16 Hasil Uji t ( <i>Paired sample Test</i> ) Literasi STEM Aspek Pengetahuan	86
Tabel 4.17 Hasil Effect Size Literasi STEM Aspek Pengetahuan .....	86
Tabel 4.18 Hasil Effect Size Literasi Sains.....	87
Tabel 4.19 Hasil Effect Size Literasi <i>Technology-Engineering</i> .....	88
Tabel 4.20. Hasil Analisis Effect Size Literasi Matematika .....	89
Tabel 4.21 Hasil Uji Normalitas Literasi STEM aspek Sikap .....	90
Tabel 4.22 Uji Homogenitas Literasi Stem Aspek Sikap .....	90
Tabel 4.23 Hasil Uji t ( <i>Paired sample Test</i> ) Literasi STEM Aspek Sikap .....	91
Tabel 4.24 Hasil Effect Size literasi STEM aspek Sikap pada Setiap Indikator...	91

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Afwillah, N. (2021). Analisis Literasi STEM Ditinjau Dari Segi Gender Dengan Tema Pemanasan Global pada Siswa Kelas XI di SMAN Cahaya Madani Banten Boarding School.
- Akgun, O. E. (2013). Technology In Stem Project-Based Learning. *Sense Publishers*, 65–75.
- Akosah-Twumasi, P., Emeto, T. I., Lindsay, D., Tsey, K., & Malau-Aduli, B. S. (2018, July). A systematic review of factors that influence youths career choices—the role of culture. In *Frontiers in Education* (Vol. 3, p. 58). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/educ.2018.00058>
- Allen, D., Dancy, M., Stearns, E., Mickelson, R., & Bottia, M. (2022). Racism, sexism and disconnection: Contrasting experiences of Black women in STEM before and after transfer from community college. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00334-2>
- Alliance, A. (2015). Full STEM ahead: Afterschool programs step up as key partners in STEM education. Washington, DC Retrieved from <http://www.afterschoolalliance.org/AA3PM>.
- Anggraini, N., Nazip, K., Amizera, S., & Destiansari, E. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis STEM Menggunakan Bahan Ajar Realitas Lokal terhadap Literasi Lingkungan Mahasiswa. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 121–129. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3589>
- Aninda, A., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Stem Siswa Sma. *Journal Of Science Education And Practice*, 3(2), 1–16. <https://doi.org/10.33751/jsep.v3i2.1719>
- Ardianto, D., Firman, H., Permanasari, A., & Ramalis, T. R. (2019). What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy? *Proceedings of the 3rd Asian Education Symposium (AES 2018)*. Proceedings of the 3rd Asian Education Symposium (AES 2018), Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/aes-18.2019.86>
- Arifin, Z. (2016). *Evaluasi Pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian, Suatu pendekatan praktik*. PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Astuti, W., Ramadhan, R. M., & Octaviany, V. A. (2022). Synthesis of Activated Carbon from Petung Bamboo Stems (*Dendrocalamus Asper*) Using

- Microwave-Assisted Pyrolysis (MAP) Process for Biogas Storage. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 11(1), 58-67.
- Astuti, W., Sulastri, Syukri, M., & Halim, A. (2023). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kreativitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11((1)), 25–39.
- Aykan, A., & Yıldırım, B. (2022). The Integration of a Lesson Study Model into Distance STEM Education during the COVID-19 Pandemic: Teachers' Views and Practice. *Technology, Knowledge and Learning*, 27(2), 609–637. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09564-9>
- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM* (6 (8)). Math-science connector newsletter.
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—Practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 121–144.
- Biazus, M. D. O., & Mahtari, S. (2022). The Impact of Project-Based Learning (PjBL) Model on Secondary Students' Creative Thinking Skills. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 38–48. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.752>
- Bintoro, & Daryanto. (2017). *Manajemen Penilaian Kinerja Karyawan* (Cetakan pertama). Gava Media.
- Bodzin, A., & Gehringer, M. (2001). Can meeting actual scientists change students' perceptions of scientists. *Science and Children*, 39(1), 36–41.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education Challengess and Opportunities*. National Science Teachers Assosiation.
- Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). *Reliability and Validity Assessment* (Vol. 17). SAGE publications.
- Cavalcanti, M. A. L. (2017). *Assessing Stem Literacy In An Informal Learning Environment* [University of Kentucky; PDF file]. <https://doi.org/10.13023/ETD.2017.062>
- Chairulli, M. (2022). *Analisis Capaian Literasi STEM Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi Kelas XIMIPA SMA Negeri 2 Bukittinggi* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Charette, R. N. (2013). The STEM crisis is a myth. *IEEE Spectrum*, 50(9), 44–59. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2013.6587189>
- Chen, T.-C., Wang, C.-P., Ko, J.-Y., Yang, T.-L., Hsu, C.-W., Yeh, K.-A., Chang, Y.-L., & Lou, P.-J. (2013). The Impact of Perineural Invasion and/or Lymphovascular Invasion on the Survival of Early-Stage Oral Squamous Cell Carcinoma Patients. *Annals of Surgical Oncology*, 20(7), 2388–2395. <https://doi.org/10.1245/s10434-013-2870-4>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed). Routledge.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. London: Sage.



- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches Fifth Edition*. London: Sage.
- Cunningham, C., & Lachapelle, C. (2012). Engaging ALL Students in Engineering. *2012 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 25.528.1-25.528.20. <https://doi.org/10.18260/1-2--21286>
- Dayanti, M., & Rahmi, Y. L. (2022). Eksplorasi Kemampuan Awal Literasi Stem Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi Kelas Xi Di SMAN 1 Sutera. *Biochephy: Journal of Science Education*, 2(1), 5-9.
- Darkhashy, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Stem (Science Technology Engineering And Mathematics) Berbasis Religius Berbantu Diagram Vee Terhadap Literasi Sains Dan Sikap Ilmiah Peserta Didik. Dalam *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Dasgupta, C., Magana, A. J., & Vieira, C. (2019). Investigating the affordances of a CAD enabled learning environment for promoting integrated STEM learning. *Computers & Education*, 129, 122–142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.014>
- DeCoito, I., & Richardson, T. (2018). Using Technology to Enhance Science Literacy, Mathematics Literacy, or Technology Literacy: Focusing on Integrated STEM Concepts in a Digital Game. *IGI Global*.
- Devi, P. K., Karyana, S., & Nulhakim, S. (2018). Unit Pembelajaran STEM Mata Pelajaran kimia SMA Kelas XII. *SEAMEO Regional Center for QITEP in Science*.
- Diaz, D., & King, P. (2007). Adapting A Post Secondary Stem Instructional Model To K 5 Mathematics Instruction. *2007 Annual Conference & Exposition Proceedings*, 12.175.1-12.175.15. <https://doi.org/10.18260/1-2--3054>
- Djulia, E., Hasruddin, Arwita, W., Zulkifli, S., Brata, W. W. W., Sipayung, M., Aryeni, Amrizal, Simatupang, H., Rezeq, S., Pratiwi, N., & Purnama, D. (2020). *Evaluasi pembelajaran biologi (I)*. Yayasan Kita Menulis.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Kartini, F. S. (2020). *The Implementation Of Stem Project-Based Learning On Student's STEM Literacy And Problem-Solving Skills* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Firman, H. (2018, Januari 18). *Mewujudkan Pendidikan Kimia Di Era Industri 4.0: Pembelajaran Berbasis Stem Sebagai Alternatif* [Seminar]. Seminar, Jakarta.
- Firman, H., Rustaman, N. Y., & Suwarma, I. R. (2016). The Development of Technology and Engineering Literacy Through STEM-Based Education. *Atlantis Press*.
- Franz-Odendaal, T. A., Blotnicky, K., French, F., & Joy, P. (2016). Experiences and perceptions of STEM subjects, careers, and engagement in STEM activities among middle school students in the maritime provinces. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16, 153–168.

- Giyanto, Leny, H., & Rubini, B. (2020). *Sel Volta Dengan Pendekatan Stem-Modeling* (Pertama). Lindan Bestari.
- Guzdial, M., & Tew, A. E. (2006, September). Imagining inauthentic legitimate peripheral participation: an instructional design approach for motivating computing education. In *Proceedings of the second international workshop on Computing education research* (pp. 51–58).
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Unpublished.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & De Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107–120. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9241-0>
- Herrera-Vázquez, A., Salinas, P., & Holuigue, L. (2015). Salicylic acid and reactive oxygen species interplay in the transcriptional control of defense genes expression. *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00171>
- Hikmawati, A., Pursitasari, I. D., Ardianto, D., & Kurniasih, S. (2020). Development of Digital Teaching Materials on Earthquake Themes to Improve STEM Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042053>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (t.t.). *Committee on Integrated STEM Education*.
- Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. (2022). Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>
- Huryah, F., Sumarmin, R., & Effendi, J. (2017). Analisis capaian literasi sains biologi siswa SMA Kelas X Sekota Padang. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 1(2), 72-79.
- Janner, S., Simanihuruk, L., Ramadhani, R., Safitri, M., Wahyuni, D., & Iskandar, A. (2020). *Pembelajaran STEM berbasis hots dan penerapannya* (1 ed.). Yayasan Kita Menulis.
- K. McCarroll, J. B. Walsh, D. Coakley, M. Casey, J. Harbison, D. Robinson, C. Murphy, J. Oxley, R. A. Kenny, & C. Cunningham. (2013). Discharge of patients to long-term care from a large acute hospital over a 12-year period. *Irish Journal of Medical Science*, 183, 345–348.
- Kaniawati, D. S., Kaniawati, I., & Suwarma, I. R. (2015, November 21). *Study Literasi Pengaruh Pengintegrasian Pendekatan Stem Dalam Learning Cycle 5e Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Pembelajaran Fisika*. Seminar Nasional Fisika (SINAFI) 2015.
- Kaniawati, I., Rahma Suwarma, I., & Imansyah, H. (2021). An Analysis of Student Perspectives on STEM through Science Learning in Bandung City, Indonesia. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(6), 4340–4346.
- Kartini, F. S. (2020). *The Implementation Of Stem Project-Based Learning On Student's Stem Literacy And Problem-Solving Skills* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).

- Kaplan, R. M., & Saccuzzo, D. P. (2012). *Psychological testing principles, application and issue. (6th ed)*. Pacific Grove, CA: Brooks..
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khairiyah, N. (2019). *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM)*. Geupedia.
- Kiernan, L., Walsh, M., & White, E. (2023). Gender in Technology, Engineering and Design: Factors which influence low STEM subject uptake among females at third level. *International Journal of Technology and Design Education volume*, 33, 497–520.
- Klassen, S. (2009). The Construction and Analysis of a Science Story: A Proposed Methodology. *Science & Education*, 18(3–4), 401–423. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9141-y>
- Landicho, C. J. B. (2020). Research Attitudes, Motivations, and Challenges of STEM Education Researchers. *International Journal of Technology in Education*, 3(1), 49. <https://doi.org/10.46328/ijte.v3i1.21>
- Lansiquot, R. D. (Ed.). (2016). *Technology, Theory, and Practice in Interdisciplinary STEM Programs*. Palgrave Macmillan US. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-56739-0>
- Lederman, L. M. (1998). *ARISE: American Renaissance in Science Education*. Fermi National Accelerator Laboratory.
- Lestari, H., & Rahmawati, I. (2020). Integrated STEM through Project Based Learning and Guided Inquiry on Scientific Literacy Abilities in Terms of Self-Efficacy Levels. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v7i1.5883>
- Lutfi, Ismail, & Azis, A. (2018.). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Literasi Sains, Kreativitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 189–194.
- McCright, A. M. (2012). Enhancing students' scientific and quantitative literacies through an inquiry-based learning project on climate change. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(4), 86-101.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530–569.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Petters, V. L., & Lynch, S. J. (2016). TEM-Focused high schools as a strategy for enhancing readiness for post secondary STEM programs. *Journal Of Research In Science Teaching*, 53(5), 709–736.
- Mosier, G., Bradley-Levine, J., & Perkins, T. (2013). Running Head: PBL and STEM Education in High-need Schools. *American Educational Research Association Annual Meeting*.
- Mu'Minah, I. H., & Aripin, I. (2019, November). Implementasi STEM dalam pembelajaran abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 1495-1503).
- OECD (2016). *PISA 2015: Assesment and analytical framework: Science, reading, mathematic and financial literacy*. Paris: OECD Publishing

- Permanasari, A. (2016). Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Pendidikan Sains*.
- Prima, E. C., Oktaviani, T. D., & Sholihin, H. (2018). STEM learning on electricity using arduino-phet based experiment to improve 8<sup>th</sup> grade students' STEM literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012030>
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering Competitions in the Middle School Classroom: Key Elements in Developing Effective Design Challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299–327. [https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903\\_3](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903_3)
- Sakti, I., Nirwana, N., & Defianti, A. (2022). Implementasi Pembelajaran Berbasis Stem Pada Mata Kuliah Kajian Ipa-1 Materi Suhu Dan Kalor Untuk Meningkatkan Literasi Sains Mahasiswa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 131–140. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.131-140>
- Saleha. (2019). *STEM Menjawab Tantangan Abad 21*. CV Beta Aksara.
- Sari, D. N. A., Rusilowati, A., & Nuswowati, M. (2017). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Pancasakti Science Education Journal*.
- Schwab, K., & Zahidi, S. (2020). *The Future of Jobs*.
- 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), 13. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Shi, J. L., Shih, R.-C., Diez, C. R., & Tseng, K.-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education volume*, 21, 195–215.
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>
- Siregar, D., Arisandi, D., Usman, A., Irwan, D., & Rahim, R. (2017). Research of Simple Multi-Attribute Rating Technique for Decision Support. *Journal of Physics: Conference Series*, 930, 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012015>
- Sugiyono. (2017). *Statistikan Untuk Penelitian* (28 ed.). Alfabeta.
- Sundayana, R. (2016). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Alfabeta.
- Syukri, M., & Halim, L. (2013). Pendidikan Stem Dalam Entrepreneurial Science Thinking “Escit”: Satu Perkongsian Pengalaman Dari Ukm Untuk Aceh. *Aceh Development International Conference 2013*.
- Tang, K., & Williams, P. J. (2019). STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7(3), 675–697. <https://doi.org/10.1002/rev3.3162>
- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017). The Effect of STEM Learning through the Project of Designing Boat Model toward Student STEM Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012157. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157>

- Techakosit, S., & Nilsook, P. (2016). The Learning Process of Scientific Imagineering through AR in Order to Enhance STEM Literacy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 11(07), 57. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5357>
- Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, H. A. (2011). *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Humaniora.
- Toulmin, C. N., & Groome, M. (2007). *Building A Science, Technology, Engineering, And Math Agenda*. National Governors Association.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Twyford, J., & Järvinen, E.-M. (2000). The Formation of Children's Technological Concepts: A Study of What it Means To Do Technology from a Child's Perspective. *Journal of Technology Education*, 12(1).
- Tanti, R. U. (2022). Pengaruh Penerapan Proyek PAQ terhadap Literasi STEM Aspek Sikap pada Topik Pemanasan Global dalam Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Riset Indragiri*, 1(1).
- Utami, A., Rochintaniawati, D., & Suwarma, I. R. (2020). Enhancement of STEM literacy on knowledge aspect after implementing science, technology, engineering and mathematics (STEM)-based instructional module. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042048>
- Verma, A. K., Dickerson, D., & McKinney, S. (2015). Engaging Students in STEM Careers with Project-Based Learning—MarineTech Project. *Technology And Engineering Teacher*.
- Wahono, B., Rosalina, A. M., Utomo, A. P., & Narulita, E. (2018). Developing STEM Based Student's Book for Grade XII Biotechnology Topics. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(3), 450–456. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i3.7278>
- Wannapiroon, P., Nilsook, P., Techakosit, S., & Kamkhuntod, S. (2021). STEM Literacy of Students in Vacational education. *international Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, Vol. 5, No. 4: 527-549
- Wahyu, Y., Suastra, I. W., Sadia, I. W., & Suarni, N. K. (2020). The Effectiveness of Mobile Augmented Reality Assisted STEM-Based Learning on Scientific Literacy and Students' Achievement. *International Journal of Instruction*, 13(3), 343-356.
- Widya, Rifandi, R., & Rahmi, Y. L. (2019, October). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1317, No. 1, p. 012208). IOP Publishing.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International journal of environmental and science education*, 7(4), 501-522.
- Yasin, A. I., Prima, E. C., & Sholihin, H. (2018). Learning Electricity using Arduino-Android based Game to Improve STEM Literacy. *Journal of Science Learning*, 1(3), 77. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11789>

- Yuan, Y., & Lee, T. R. (2013). Contact Angle and Wetting Properties. Dalam G. Bracco & B. Holst (Ed.), *Surface Science Techniques* (Vol. 51, hlm. 3–34). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1_1)
- Yulianti, Y., & Saputra, D. S. (2019). Urgensi Pendidikan STEM Terhadap Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Proceedings of The ICECRS*, 2(1), 321–326. <https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2420>
- Zahirah, D. F., & Sulistina, O. Efektifitas Pembelajaran Stem–Project-Based Learning Untuk Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Dan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Kesetimbangan Kimia The Effectiveness Of Stem-Project Based Learning In Improving Students'science Literacy And Creative Thinking Skills. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(06).
- Zakaria, M. R., & Rosdiana, L. (2018). Profil literasi sains peserta didik kelas VII pada topik pemanasan global. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 6(02).
- Zhang, H., Lee, I., Ali, S., DiPaola, D., Cheng, Y., & Breazeal, C. (2022). Integrating Ethics and Career Futures with Technical Learning to Promote AI Literacy for Middle School Students: An Exploratory Study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00293-3>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12–19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>