

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY* (TEL) DENGAN ANALISIS RASCH MODEL PADA MATERI
ENERGI TERBARUKAN**

TESIS

*Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika*



Disusun oleh:

SUMIATI

NIM 2311338

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

PENGEMBANGAN INSTRUMEN *TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY* (TEL) DENGAN ANALISIS RASCH MODEL PADA MATERI
ENERGI TERBARUKAN

Oleh
Sumiati

S.Pd. Universitas Pendidikan Indonesia, 2022

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

©Sumiati 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

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

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGEMBANGAN INSTRUMEN *TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY* (TEL) DENGAN ANALISIS RASCH MODEL PADA MATERI
ENERGI TERBARUKAN

Oleh:

Sumiati (2311338)

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Irma Rahma Suwarma, Ph.D.
NIP 198105032008012015

Pembimbing H,



Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
NIP 197703312008121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Jenjang Sarjana dan Magister,



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.
NIP 198310072008121004

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sumiati

NIM : 2311338

Program Studi : Pendidikan Fisika (S2)

Fakultas : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan Tesis dengan judul “Pengembangan Instrumen *Technology and Engineering Literacy* (TEL) dengan Analisis Rasch Model pada Materi Energi Terbarukan” 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 2025

Yang membuat pernyataan,



Sumiati

NIM 2311338

KATA PENGANTAR

Allhamdulillah, puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan ridhonya sehingga penulis bisa menuntaskan Tesis berjudul “Pengembangan Instrumen *Technology and Engineering Literacy* (TEL) dengan Analisis Rasch Model pada Materi Energi Terbarukan” ini dengan tepat waktu. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda alam *habibana wa nabiyyana* Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, tabi’in dan tabi’atnya dan semoga syafa’atnya sampai kepada kita semua selaku umatnya. *Aamiin*.

Tesis ini disusun sebagai salah satu tugas akhir dalam menyelesaikan studi S2 Pendidikan Fisika dan meraih gelar Magister Pendidikan di Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Semoga hasil penelitian yang tertuang dalam Tesis ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis, para pembaca, lebih luasnya lagi bagi kemajuan pendidikan di Indonesia. Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis memohon saran dan masukan yang membangun demi menyempurnakan Tesis ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, penulis mengucapkan mohon maaf apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan Tesis ini. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Bandung, Agustus 2025



Sumiati

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses studi sampai penyusunan Tesis ini penulis mendapat banyak arahan dan dukungan baik moril maupun materil hingga akhirnya penelitian berjalan lancar dan Tesis ini dapat selesai tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) di bawah naungan Kementerian Keuangan Republik Indonesia, sebagai pemberi beasiswa yang telah mendukung dan memfasilitasi penulis untuk melanjutkan studi pada jenjang magister.
2. Segenap civitas akademik Universitas Pendidikan Indonesia, yang telah menjadi tempat menimba ilmu.
3. Program studi Pendidikan fisika jenjang sarjana dan magister yang menjadi rumah untuk terus belajar dan berkarya.
4. Ibu Irma Rahma Suwarma, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan serta selalu memberikan motivasi bagi penulis dari awal pembuatan proposal hingga Tesis ini selesai.
5. Bapak Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan dukungan, bimbingan, arahan, serta motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
6. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika jenjang Sarjana dan Magister FPMIPA UPI yang selalu mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis untuk menuntaskan studi.
7. Prof. Dr. Winny Liliawati, M.Si., Dr. Duden Saepuzaman, M.Si., M.Pd., Dr. Ika Mustikasari, M.Pfis., Ibu Andinisa Rahmaniar, M.S., dan Ibu Vivi Mardian, M.Pd. yang telah berkenan menjadi validator ahli dalam penelitian ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang telah menjadi penyemangat untuk menuntaskan studi, selalu mencurahkan kasih sayang, perhatian, waktu, tenaga, dan do'a yang tiada henti.
9. Ibu Ani Herjani, S.Sos., M. Ap. yang sudah menjadi ibu bagi penulis selama menjalankan studi dan selalu memberikan semangat untuk lulus tepat waktu.

10. Agus Maqruf, M.Pd. dan Siti Patunah, M.Pd. yang senantiasa menemani perjuangan penulis mulai dari persiapan keberangkatan (PK-215 LPDP) hingga saat ini.
11. Dewan Pengurus Harian dan Pengurus Inti (DPH-PI) Kelurahan LPDP UPI 10.0 yaitu Faksi Rana Al-Kahfi, Bayu Prasetyo, Siti Nafiah, Siti Patunah, Deni Abdul Ghoni, Muhammad Fardiansyah Irwan, Syaiful Hari Baharudin, Andi Sugianto, Ali Usman, Firda Fikri Andini, Ahmad Farohi, Alfyn Abdan Nurahman, dan Umi Sayyidatus Zakiah yang selalu memberikan semangat dan menjadi tempat diskusi selama studi hingga penulisan Tesis.
12. Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika Kelas B (mafia_b) 2023 Ahmad Zulkarnain Zain, Alvin Syahrul Fauzan, Muhammad Rifky Fauzan, Jovi Yuzzer Budiman, Ibu Entang, Vania Valda, Farika Nurfalah, Andreny Dwi Nurlita, Beta Kurnia Illahi, Santri Ramadani yang telah menjadi rumah sekaligus teman berjuang selama perkuliahan hingga penyelesaian studi.
13. Syafnah Aisyah Nauli Harahap selaku sahabat yang menemani perjuangan penulis sejak S1.
14. Kelurahan LPDP UPI yang telah menjadi wadah kolaborasi dan berkarya bagi penulis selama studi.
15. STEM Education Creativity Center UPI yang telah menjadi tempat belajar, berinovasi, mengasah keterampilan untuk terus berkarya di bidang STEM.
16. Sekolah mitra yang telah menerima kerja sama dalam pelaksanaan penelitian.
17. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu, yang telah memberikan arahan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan tepat waktu.

Bandung, Agustus 2025

Penulis,



Sumiati

NIM 2311338

PENGEMBANGAN INSTRUMEN *TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY* (TEL) DENGAN ANALISIS RASCH MODEL PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Sumiati¹, Irma Rahma Suwarma², Judhistira Aria Utama³.
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

*Email: sumiati07@upi.edu

ABSTRAK

Perkembangan pesat teknologi dan tuntutan keterampilan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki kemampuan *Technology and Engineering Literacy* (TEL). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan instrumen TEL yang dirancang untuk mengukur literasi teknologi dan rekayasa peserta didik pada materi energi terbarukan. Penelitian ini melibatkan 263 peserta didik SMA kelas X yang sebagai partisipan dalam tahap uji coba terbatas dan skala luas. Pengembangan instrumen mengikuti model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Instrumen berbentuk tes pilihan ganda dengan 30 butir soal yang disusun berdasarkan *framework* National Assessment of Educational Progress (NAEP), mencakup aspek *understanding technological principles* dan *developing solutions and achieving goals*. Validitas isi diperoleh melalui penilaian ahli dan dianalisis menggunakan indeks Aiken V rata-rata 0,89 yang menunjukkan kategori sangat tinggi. Analisis validitas konstruk dan reliabilitas dilakukan menggunakan *Rasch Model* melalui perangkat lunak Winsteps. Hasil uji unidimensionalitas menunjukkan nilai rawa variance explained by measure 26,2% yang artinya instrumen valid. Reliabilitas butir dan responden masing-masing mencapai 0,89 dan 0,67 yang mengindikasikan konsistensi pengukuran yang baik. Analisis tingkat kesukaran menunjukkan distribusi item yang merata pada rentang kemampuan peserta didik, sedangkan uji *Differential Item Functioning* (DIF) mengonfirmasi tidak adanya bias signifikan berdasarkan gender dan latar belakang wilayah. Analisis capaian profil TEL menunjukkan bahwa peserta didik pada kelompok STEM memiliki persentase capaian lebih tinggi dibandingkan kelompok non-STEM pada seluruh aspek. Temuan ini menegaskan bahwa instrumen TEL yang dikembangkan valid, reliabel, dan layak digunakan sebagai alat ukur untuk mengevaluasi literasi teknologi dan rekayasa peserta didik secara objektif dan komprehensif, khususnya dalam konteks pembelajaran berbasis STEM dan isu energi terbarukan.

Kata kunci: *Technology and Engineering Literacy*, instrumen penilaian, *Rasch Model*, energi terbarukan, STEM

***DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY
(TEL) INSTRUMENT USING RASCH ANALYSIS IN RENEWABLE
ENERGY MATERIAL***

Sumiati¹, Irma Rahma Suwarma², Judhistira Aria Utama³.
Physics Education Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Science
Education, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

*Email: sumiati07@upi.edu

ABSTRACT

The rapid advancement of technology and the growing demand for 21st-century skills necessitate that students develop Technology and Engineering Literacy (TEL) competencies. This study aims to develop and evaluate the feasibility of a TEL instrument specifically designed to assess students' technological and engineering literacy concerning renewable energy topics. The research involved 263 high school students in grade X, who participated in both limited and large-scale trial phases. The instrument was developed using the 4D model, which includes the stages of Define, Design, Develop, and Disseminate. The final instrument comprises a multiple-choice test with 30 questions, constructed based on the National Assessment of Educational Progress (NAEP) framework. These questions address various aspects of understanding technological principles, devising solutions, and achieving defined objectives. To establish content validity, expert evaluations were conducted, and the results were analyzed using the Aiken V index, yielding an average score of 0.89, indicating a very high level of validity. Construct validity and reliability analyses were performed utilizing the Rasch Model through Winsteps software. The unidimensionality test results showed a variance explained by the measure value of 26.2%, thereby confirming the instrument's validity. The item and respondent reliability scores were found to be 0.89 and 0.67, respectively, reflecting a good level of measurement consistency. Moreover, the analysis of item difficulty indicated a balanced distribution of questions across varying levels of student ability. The Differential Item Functioning (DIF) test further confirmed that there was no significant bias based on gender or regional background. The analysis of TEL profile achievement demonstrated that students in the STEM group achieved higher performance percentages than those in the non-STEM group across all evaluated aspects. These findings affirm that the developed TEL instrument is valid, reliable, and appropriate for the objective and comprehensive assessment of students' technological and engineering literacy, particularly within the context of STEM-based education and renewable energy topics.

Keyword: Technology and Engineering Literacy, assessment instrument, Rasch Model, renewable energy, STEM

DAFTAR ISI

Contents	
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Manfaat Penelitian	11
1.5 Definisi Operasional Variabel	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Kerangka <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	13
2.2 Contoh Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	20
2.3 Analisis Rasch Model	22
2.4 Materi Energi Terbarukan	25
2.5 Kerangka Pikir Penelitian	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Metode dan Desain Penelitian	29
3.2 Partisipan Penelitian	30
3.3 Instrumen Penelitian	32
3.4 Prosedur Penelitian	34
3.5 Teknik Analisis Data	38
BAB IV HASIL PENELITIAN	45
4.1 Karakteristik Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	45

4.2	Kualitas Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	46
4.2.1	Validitas Konstruk Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	46
4.2.2	Reliabilitas Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	47
4.2.3	Tingkat Kesukaran Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	48
4.2.4	Keberfungsian Distraktor Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	50
4.2.5	Faktor Bias <i>Differential Item Functioning</i> (DIF).....	54
4.3	Profil <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL).....	61
BAB V PEMBAHASAN		68
5.1	Analisis Karakteristik Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	68
5.2	Analisis Kualitas Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	80
5.2.1	Interpretasi Validitas Konstruk Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	80
5.2.2	Interpretasi Reliabilitas Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	82
5.2.3	Interpretasi Tingkat Kesukaran Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	84
5.2.4	Analisis Keberfungsian Distraktor Instrumen <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	86
5.2.5	Interpretasi Faktor Bias <i>Differential Item Functioning</i> (DIF).....	87
5.3	Analisis Profil <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL).....	88
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN		101
6.1	Simpulan	101
6.2	Implikasi.....	102
6.3	Rekomendasi	102
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN.....		107
A1.	Kartu Soal <i>Technology and Engineering Literacy</i> (TEL)	109
A2.	Lembar Validasi Ahli	131

A3. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli	197
A4. Perbaikan Hasil Validasi	203
B1. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik SMAN 9 Bandung.....	205
B2. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik SMAN 1 Tasikmalaya.....	207
B3. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik SMAN 4 Tasikmalaya.....	209
B4. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik SMAN 1 Singaparna	211
B5. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik MAN 2 Tasikmalaya	215
B6. Rekapitulasi Jawaban Peserta didik SMA PGRI 1 Lembang	217
C1. Analisis Profil TEL Peserta didik STEM	220
C2. Analisis Profil TEL Peserta didik non-STEM	228
D1. Surat Keterangan Pembimbing Tesis	235
D2. Surat Izin Penelitian	238
D3. Dokumentasi Penelitian.....	241

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Demografi Analisis Modul Ajar Energi Terbarukan	7
Tabel 2.1 Area Asesmen TEL dan Turunannya.....	16
Tabel 2.2 Indikator TEL Menurut NAEP	17
Tabel 3.1 Demografi Partisipan Penelitian	30
Tabel 3.2 Karakteristik Partisipan Pada Tahap Diseminasi	31
Tabel 3. 3 Kriteria Analisis Unidimensionalitas	41
Tabel 3.4 Interpretasi Nilai Item Reliability dan Person Reliability	42
Tabel 3.5 Interpretasi Nilai Cronbach Alpha	42
Tabel 3.6 Interpretasi Tingkat Kesukaran.....	43
Tabel 3. 7 Interpretasi DIF	44
Tabel 4.1 Koefisien Aiken V Hasil Validasi Isi (Content Validity)	45
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Uji Unidimensionalitas	46
Tabel 4.3 Rekapitulasi Uji Reliabilitas	48
Tabel 4.4 Rekapitulasi Tingkat Kesukaran	49
Tabel 4.5 Hasil Uji Distraktor.....	50
Tabel 4.6 Interpretasi DIF Berdasarkan Gender	56
Tabel 4.7 Interpretasi Hasil Uji DIF Wilayah.....	59
Tabel 4.8 Capaian Profil Berdasarkan Aspek TEL	64
Tabel 4.9 Capaian Profil Berdasarkan Area TEL	65
Tabel 4.10 Capaian Profil Berdasarkan Indikator TEL	65
Tabel 5.1 Sebaran Indikator TEL.....	71
Tabel 5.2 Rekapitulasi Catatan Validator untuk Instrumen TEL.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hasil Analisis Vos Viewer Penelitian TEL.....	2
Gambar 1.2 Model Pembelajaran pada Materi Energi Terbarukan	8
Gambar 1.3 Jenis Asesmen pada Materi Energi Terbarukan	8
Gambar 2.1 Perbedaan Engineering Literacy dan Technological Literacy	14
Gambar 2.2 Elemen Asesmen TEL Menurut NAEP	15
Gambar 2.3 Framework Asesmen TEL	15
Gambar 2.4 Contoh soal TEL pada aspek Communicating and Collaborating	20
Gambar 2.5 Contoh Soal TEL pada Aspek Developing Solutions and Achieving Goals	21
Gambar 2.6 Contoh soal Understanding Technological Principles	21
Gambar 2.7 Kerangka Pikir Penelitian	28
Gambar 3.1 Tahapan Model 4D.....	29
Gambar 3.2 Format Lembar Validasi Ahli	33
Gambar 3.3 Halaman Tes TEL dalam Nearpod.....	33
Gambar 3.4 Batas Ambang Aiken V	40
Gambar 4.1 Hasil Uji Unidimensionalitas	46
Gambar 4.2 Reliabilitas Butir Soal	47
Gambar 4.3 Reliabilitas Responden.....	47
Gambar 4.4 Hasil Uji Item Difficulty	48
Gambar 4.5 Grafik DIF Bias gender	55
Gambar 4.6 Probabilitas DIF Berdasarkan Gender.....	56
Gambar 4. 7 Grafik DIF Geografis Wilayah.....	58
Gambar 4.8 Probabilitas DIF Berdasarkan Faktor Geografis Kota atau Desa	59
Gambar 4.9 Hasil Uji Normalitas	61
Gambar 4.10 Hasil Uji t Menggunakan Rasch	62
Gambar 4.11 Variable Wright Map Item dan Responden.....	63
Gambar 5. 1 Tabel Nilai Kritis Aiken V	75
Gambar 5.2 Halaman Utama Nearpod.....	78
Gambar 5. 3 Folder Nearpod TEL yang Telah Dikembangkan	78
Gambar 5.4 Soal Conduct Experiments using Digital Tools and Simulations	92
Gambar 5.5 Soal Analyze Advantages and Disadvantages of an Existing Technology ...	94

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A INSTRUMEN PENELITIAN.....	108
LAMPIRAN B DATA PENELITIAN.....	204
LAMPIRAN C PENGOLAHAN DATA PENELITIAN	219
LAMPIRAN D ADMINISTRASI PENELITIAN	234

DAFTAR PUSTAKA

- (IEA), I. E. A. (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecasts to 2028*. Paris: IEA.
- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), e15100. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Ahmad, J., & Wibawa, F. A. (2021). Peran Literasi Teknologi Dalam Pembelajaran Daring. . . *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian Lppm Um Metro*, 6(2).
- Aiken, L. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*.
- Aktamis, H. (2022). *The effects of STEM activities on students ' STEM career interests , motivation , science process skills , science achievement and views*. 43(December 2021). <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101000>
- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya*, 4(1998), 725. <http://conference.unsri.ac.id/index.php/semnasipa/article/view/738>
- Anjarsari, P., Prasetyo, Z. K., & Susanti, K. (2020). Developing technology and engineering literacy for Junior High School students through STEM-based science learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012107>
- Arikunto, S. (2015). *Dasar - Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2016). *Dasar - Dasar Evaluasi Pendidikan* (2nd ed.). Bumi Aksara.
- ASSESSMENT, N., & BOARD, G. (2018). *TECHNOLOGY & ENGINEERING LITERACY FRAMEWORK for the 2018 NATIONAL ASSESSMENT OF EDUCATIONAL PROGRESS*. U.S. Department of Education.
- Avsec, S., & Jamšek, J. (2018). A path model of factors affecting secondary school students' technological literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1).
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences* (3rd ed.). NJ: L. Erlbaum.
- Boone, W. J. (2016). Rasch analysis for instrument development: Why,when,and how? *CBE Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-04-0148>

- Chen, C. M., Li, M. C., & Chen, Y. T. (2022). The effects of web-based inquiry learning mode with the support of collaborative digital reading annotation system on information literacy instruction. *Computers and Education*, 179(August 2021), 104428. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104428>
- Creswell, J.W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches Fifth Edition*. SAGE.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Daugherty, M., Carter, V., & Sumner?, A. (2021). The Standards for Technological and Engineering Literacy and STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*, 80(5), 32–37. <https://proxy2.library.illinois.edu/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1285238&site=ehost-live&scope=site%0Ahttps://www.iteea.org/Publications/Journals/TET/186170.aspx>
- Ekasari, R. R., Gunawan, G., & Sahidu, H. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Langsung Berbantuan Media Laboratorium Terhadap Kreatifitas Fisika Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(3), 106–110. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i3.296>
- Engelhard Jr, G., & Wang, J. (2021). Rasch models for solving measurement problems: Invariant measurement in the social sciences. *Sage Journal*.
- Fadillah, Z. I. (2024). Pentingnya Pendidikan STEM (Sains , Teknologi , Rekayasa , dan. *Journal Sains and Education*, 2(1), 1–8.
- Firmansyah, A. R. N., Chandra, D. T., Kaniawati, I., Samsudin, A., Novia, H., & Siahaan, P. (2019). Development of MBI2 as interactive media in order to enhance scientific communication skills in global warming subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052019>
- Fraile, M. N., Peñalva-Vélez, A., & Lacambra, A. M. M. (2018). Development of digital competence in secondary education teachers' training. *Education Sciences*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/educsci8030104>
- Hambleton R.K., Swaminathan H., R. H. J. (1991). *Fundamental of Item Response Theory*. SAGE Publications.
- Hamka, D., Suwarma, I. R., & Anwar, S. (2024). *Exploring Student Technology and Engineering Literacy in Science Learning : an Overview of the Initial Study*. 10(3), 1188–1195. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6872>
- Hoepfl, M. (2020). *Defining technological and engineering literacy*. *Technology and Engineering Teacher*. 80(3). <https://par.nsf.gov/servlets/purl/102106251>
- Hutomo. (2022). Development of E-module Based on Science, Technology,

- Engineering, and Mathematics (STEM) To Improve Science Literacy of Junior High School Students. *Journal of Innovative Science Education*, 11(2).
- ITEEA. (2020). *Standard for Technological and Engineering Literacy: The role of technology and engineering in STEM education*.
- Jumini, S., Madnasri, S., Cahyono, E., & Parmin, P. (2023). Analisis kualitas butir soal pengukuran literasi sains melalui teori tes klasik dan rasch model. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, 6, 758–765.
- Komarudin, U. (2016). *Penggunaan E-Book Berbasis Stem Tema Pesawat Sederhana Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Technology Engineering Literacy Peserta didik*.
- Mešić, V., Neumann, K., Aviani, I., Hasović, E., Boone, W. J., Erceg, N., Grubelnik, V., Sušac, A., Glamočić, D. S., Karuza, M., Vidak, A., Alihodžić, A., & Repnik, R. (2019). Measuring students' conceptual understanding of wave optics: A Rasch modeling approach. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 10115. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010115>
- Nova, B., Suwarma, I. R., Winarno, N., & Simanjuntak, M. P. (2024). *STEM - PJBL Model on Development of Technology Engineering Literacy and Student Learning Motivation*. 20(December), 214–231. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v20i2.46453>
- Peters-burton, E. E. (2019). *Developing student 21 st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools*. 1, 1–15.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sulistiowati, D., Surtikanti, H. K., & Suwarma, I. R. (2019). Investigating scientific literacy of students on the topic of water pollution through STEM based 6E learning by design. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022038>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. Trimkomunikata.
- Suwarma, I.R., Riandi, R., Komano, Y., Permanasari, A., Sudarmin, Widyatmoko, A. (2023). Science Teacher Experiences in Developing Stem Literacy Assessment. In *Education - Annual Volume 2023*.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minnesota: University of Minnesota.
- Utami, A., Rochintaniawati, D., & Suwarma, I. R. (2020). Enhancement of STEM literacy on knowledge aspect after implementing science, technology,