

**PENGEMBANGAN TUGAS BELAJAR TOPIK GELOMBANG CAHAYA
BERBASIS KERANGKA PEMBELAJARAN TIGA DIMENSI**

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika



oleh

Raden Giovanni Ariantara
NIM 1906906

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

2022

**PENGEMBANGAN TUGAS BELAJAR TOPIK GELOMBANG CAHAYA
BERBASIS KERANGKA PEMBELAJARAN TIGA DIMENSI**

Oleh
Raden Giovanni Ariantara

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

© Raden Giovanni Ariantara 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2022

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

RADEN GIOVANNI ARIANTARA

**PENGEMBANGAN TUGAS BELAJAR TOPIK GELOMBANG CAHAYA
BERBASIS KERANGKA PEMBELAJARAN TIGA DIMENSI**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ridwan Efendi, M.Pd.

NIP. 197701102008011011

Pembimbing II



Dr. Winny Liliawati, M.Si.

NIP. 197812182001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.

NIP. 195904011986011001Mengetahui,

**PENGEMBANGAN TUGAS BELAJAR TOPIK GELOMBANG
CAHAYA BERBASIS KERANGKA PEMBELAJARAN TIGA DIMENSI**

**Raden Giovanni Ariantara
1906906**

ABSTRAK

Kerangka kerja pembelajaran tiga dimensi sebagai standard pembelajaran sains masa kini perlu didukung dengan tugas belajar yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tugas belajar topik gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi di SMA. Partisipan terdiri dari 150 orang peserta didik SMAN 1 Jatiluhur, 20 guru dan empat dosen. Metode penelitian yang digunakan adalah *sequential mixed methods* dengan model pengembangan *Exploratory Design: Instrument Development Model*. Lembar kuesioner, dokumen literatur, serta lembar wawancara terstruktur mengenai pembelajaran Gelombang Cahaya digunakan untuk memperoleh data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari lembar validasi logis berdasarkan *Learning Object Review Instrument (LORI) 2.0*, lembar keterbacaan, serta validasi empiris tugas belajar. Data kualitatif dianalisis menggunakan triangulasi sumber data, kemudian *Many Facet Rasch Measurement (MFRM)* digunakan untuk menganalisis data kuantitatif. Hasil penelitian ini berupa desain konstruksi dari tugas belajar topik cahaya berbasis pembelajaran tiga dimensi yang valid, reliabel, serta memiliki keterbacaan dan karakteristik instrumen yang baik. Tugas belajar yang telah dikembangkan juga dapat memfasilitasi asesmen kemampuan kognitif peserta didik sesuai kerangka pembelajaran tiga dimensi.

Kata Kunci: Pembelajaran Tiga Dimensi, Tugas Belajar, Gelombang Cahaya,
Many Facet Rasch Measurement

**DEVELOPMENT OF LEARNING TASKS FOR LIGHT WAVES
TOPICS BASED ON THREE-DIMENSIONAL LEARNING
FRAMEWORK**

**Raden Giovanni Ariantara
1906906**

ABSTRACT

The three-dimensional learning framework as a standard for today's science learning needs to be supported by appropriate learning tasks. This study aims to develop learning tasks for light waves based on a three-dimensional learning framework in high school. Participants consisted of 150 students of SMAN 1 Jatiluhur, 20 teachers, and four lecturers. The research method used is sequential mixed methods with the development model of Exploratory Design: Instrument Development Model. Questionnaire sheets, literature documents, and structured interview sheets regarding Light Wave learning were used to obtain qualitative data. Quantitative data were obtained from logical validation sheets based on Learning Object Review Instrument (LORI) 2.0, readability sheets, and empirical validation of learning tasks. Qualitative data were analyzed using triangulation of data sources, then Many Facet Rasch Measurement (MFRM) was used to analyze quantitative data. The result of this research is the construction design of the light topic learning task based on three-dimensional learning that is valid, reliable, and also has good readability and instrument characteristics. The developed learning tasks can also facilitate the assessment of students' cognitive abilities according to a three-dimensional learning framework.

Keywords: Three-dimensional Learning, Learning Tasks, Light Waves,
Many Facet Rasch Measurement

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Definisi Operasional.....	6
1.6 Struktur Organisasi Tesis	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Three-dimensional Learning</i>	8
2.2 Hakikat dan Pengembangan Tugas Belajar untuk Mendukung <i>Three-dimensional Learning</i>	12
2.3 <i>Mobile Web</i> dalam Asesmen Pembelajaran Fisika	15
2.4 Tugas Belajar berdasarkan Kompetensi pada Materi Gelombang Cahaya.....	18
2.5 Penelitian Relevan.....	22
2.6 Kerangka Pikir Penelitian	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Desain Penelitian.....	25
3.2 Partisipan Penelitian.....	26
3.3 Populasi dan Sampel	26
3.4 Instrumen Penelitian.....	27
3.4.1 Lembar Kuesioner Pembelajaran Tiga Dimensi	27

3.4.2 Lembar Wawancara Terstruktur	27
3.4.3 Lembar Validasi Logis	28
3.4.4 Lembar Keterbacaan	29
3.4.5 Tugas Belajar Topik Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi yang Dikembangkan	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.6 Analisis Data Hasil Penelitian.....	34
3.6.1 Analisis Data Kualitatif.....	34
3.6.2 Analisis Data Kuantitatif.....	34
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Studi Kualitatif.....	40
4.1.1 Analisis Kebutuhan Pembelajaran	40
4.1.2 Analisis Hasil Wawancara	41
4.1.3 Analisis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi	49
4.1.4 Analisis Batasan Materi Kurikulum.....	52
4.1.5 Penyusunan <i>Performance Expectation (PE)</i> dan <i>Learning Objective</i> (LO).....	54
4.2 Pengembangan Produk.....	56
4.3 Studi Kuantitatif	60
4.3.1 Penyusunan Prototipe 1	61
4.3.2 Validasi Logis	64
4.3.3 Penyusunan Prototipe 2.....	71
4.3.4 Uji Terbatas	74
4.3.5 Penyusunan Prototipe 3.....	84
4.3.6 Uji Luas (Validitas Empiris).....	86
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	107
5.1 Simpulan	107
5.2 Implikasi.....	108
5.3 Rekomendasi	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kerangka Kerja <i>Three-Dimensional Learning</i> NGSS	8
Tabel 2.2 Kriteria Respon Item Uraian dan Pilihan Ganda yang Dibangun dan Dipilih untuk Praktik Saintifik (<i>Scientific Practices</i>) Kategori <i>Develop and Using Models</i> dari 3D-LAP	14
Tabel 2.3 Contoh Pemetaan <i>Core Ideas</i> dari Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi dan Kurikulum pada Kimia	20
Tabel 2.4 Contoh Hubungan antara <i>Core Ideas</i> dan Topik Pembelajaran pada Kimia.....	21
Tabel 3.1 Kualitas LKPD Berdasarkan LORI 2.0.....	28
Tabel 3.2 Kriteria <i>Unidimensionality</i>	35
Tabel 3.3 Kriteria Penerimaan <i>Outfit</i> Mnsq, <i>Outfit</i> Zstd dan <i>PT Measure</i> <i>Correlation</i>	36
Tabel 3.4 Kriteria <i>Person Reliability</i> dan <i>Item Reliability</i>	37
Tabel 3.5 Kriteria Tingkat Kesukaran.....	38
Tabel 3.6 Kriteria Daya Pembeda	39
Tabel 4.1 Contoh Pemetaan Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi untuk Gelombang Cahaya pada Submateri Interferensi Cahaya.....	52
Tabel 4.2 <i>Performance Expectation</i> (PE) untuk submateri Interferensi Cahaya .	54
Tabel 4.3 <i>Learning Objective</i> (LO) untuk submateri Interferensi Cahaya	55
Tabel 4.4 <i>Blueprint</i> Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya.....	56
Tabel 4.5 Hasil Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	66
Tabel 4.6 Hasil Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	66
Tabel 4.7 Hasil Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	66
Tabel 4.8 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	67
Tabel 4.9 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	67

Tabel 4.10 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Logis Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	68
Tabel 4.11 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Validasi Logis Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	69
Tabel 4.12 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Validasi Logis Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	70
Tabel 4.13 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Validasi Logis Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	70
Tabel 4.14 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Keterbacaan Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	76
Tabel 4.15 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Keterbacaan Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	77
Tabel 4.16 Hasil Reliabilitas Inter-rater untuk Keterbacaan Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	78
Tabel 4.17 Keterbacaan Peserta Didik untuk Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya.....	79
Tabel 4.18 Keterbacaan Peserta Didik untuk Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya .	80
Tabel 4.19 Keterbacaan Peserta Didik untuk Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya.....	82
Tabel 4.20 Hasil Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	88
Tabel 4.21 Hasil Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	89
Tabel 4.22 Hasil Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	89
Tabel 4.23 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	90
Tabel 4.24 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	91
Tabel 4.25 Interpretasi Validitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	92

Tabel 4.26 Hasil Daya Pembeda untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	94
Tabel 4.27 Hasil Daya Pembeda untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	94
Tabel 4.28 Hasil Daya Pembeda untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	95
Tabel 4.29 Hasil Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	97
Tabel 4.30 Hasil Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	97
Tabel 4.31 Hasil Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	98
Tabel 4.32 Interpretasi Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya.....	98
Tabel 4.33 Interpretasi Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	99
Tabel 4.34 Interpretasi Tingkat Kesukaran untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	100
Tabel 4.35 Hasil Analisis Bias Gender untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	102
Tabel 4.36 Hasil Analisis Bias Gender untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	103
Tabel 4.37 Hasil Analisis Bias Gender untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Three-Dimensional Learning Assessment Protocol (3D-LAP)</i> (Underwood, dkk. 2018)	13
Gambar 2.2 Contoh Adaptasi 3D-LAP dalam Mengembangkan Learning Task Berorientasi Pembelajaran Tiga Dimensi pada Fisika	14
Gambar 2.3 Contoh Adaptasi 3D-LAP dalam Mengembangkan <i>Learning Task</i> Berorientasi Pembelajaran Tiga Dimensi pada Kimia	15
Gambar 2.4 Contoh Adaptasi 3D-LAP dalam Mengembangkan <i>Learning Task</i> Berorientasi Pembelajaran Tiga Dimensi pada Biologi	15
Gambar 2.5 Contoh <i>Learning Task</i> Terkait Konsep Gerak dalam Pembelajaran Fisika dengan Teknologi <i>Mobile Web</i>	17
Gambar 2.6 Pendekatan dalam Menyusun Tugas Belajar Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi	19
Gambar 2.7 Ruang Lingkup Materi Gelombang Cahaya dalam Pembelajaran Fisika di SMA Berdasarkan Kompetensi pada Kurikulum yang Berlaku	21
Gambar 2.8 Kerangka Pikir Penelitian.....	24
Gambar 3.1 Adaptasi <i>Exploratory Design: Instrument Development Model</i> dalam pengembangan tugas belajar topik cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi	26
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Bagian Menu Utama dalam Prototipe I.....	62
Gambar 4.2 Bagian Identitas Responden dalam Prototipe I	62
Gambar 4.3 Contoh Stimulus Video pada Butir Tugas Belajar dalam Prototipe I	63
Gambar 4.4 Contoh Pertanyaan pada Butir Tugas Belajar dalam Prototipe I	63
Gambar 4.5 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Logis Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	64
Gambar 4.6 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Logis Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	65

Gambar 4.7 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Logis Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	65
Gambar 4.8 Tampilan Butir 15 pada Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya	72
Gambar 4.9 Penambahan <i>Barcode</i> untuk Mengakses Simulasi pada Butir Tugas Belajar	73
Gambar 4.10 Penambahan Teks Keterangan terkait Benda atau Alat Peraga yang Ditampilkan dalam Video	73
Gambar 4.11 Penambahan Elemen Penunjuk pada Fokus Fenomena dalam Video	74
Gambar 4.12 Hasil Unidimensionalitas untuk Keterbacaan Tugas belajar 1: Interferensi Cahaya	75
Gambar 4.13 Hasil Unidimensionalitas untuk Keterbacaan Tugas belajar 2: Difraksi Cahaya.....	75
Gambar 4.14 Hasil Unidimensionalitas untuk Keterbacaan Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	75
Gambar 4.15 Contoh Penambahan Video Panduan Penggunaan Simulasi sampai Pengambilan Data	85
Gambar 4.16 Instruksi Tertulis untuk Menyertakan Identitas pada Berkas yang Diunggah	86
Gambar 4.17 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	87
Gambar 4.18 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	87
Gambar 4.19 Hasil Unidimensionalitas untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	87
Gambar 4.20 Hasil Reliabilitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	93
Gambar 4.21 Hasil Reliabilitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya.....	93
Gambar 4.22 Hasil Reliabilitas Item untuk Validasi Empiris Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya	93

Gambar 4.23 Hasil Skor Rata-Rata Kemampuan Kognitif Peserta Didik pada
Setiap *Learning Objective* (LO) dalam Tugas Belajar 1:
Interferensi Cahaya, Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya, serta
Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya..... 105

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

A.1 Lembar Kuisisioner Pembelajaran Tiga Dimensi Guru.....	118
A.2 Lembar Kuisisioner Pembelajaran Tiga Dimensi Peserta Didik	124
A.3 Lembar Wawancara Terstruktur Guru	129
A.4 Lembar Wawancara Terstruktur Peserta Didik.....	132
A.5 Lembar Validasi Logis.....	135
A.6 Lembar Keterbacaan Peserta didik.....	147

LAMPIRAN B

B. 1 Hasil Lembar Kuesioner Pembelajaran Tiga Dimensi Guru.....	214
B. 2 Hasil Lembar Kuesioner Pembelajaran Tiga Dimensi Peserta Didik	215
B. 3 Hasil Wawancara Terstruktur Guru.....	216
B. 4 Hasil Wawancara Terstruktur Peserta Didik	218
B. 5 Hasil Validitas Logis	220
B. 6 Hasil Keterbacaan Peserta Didik	229
B. 7 Hasil Uji Luas Peserta Didik	230
B. 8 Langkah Pengkodean untuk Analisis <i>Many Facet Rasch Measurement</i> (MFRM).....	232
B. 9 Pemetaan Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi untuk Gelombang Cahaya.....	236
B. 10 <i>Performance Expectation</i> (PE) untuk Gelombang Cahaya.....	238
B. 11 <i>Learning Objective</i> (LO) untuk Gelombang Cahaya	241
B. 12 <i>Blueprint</i> Tugas Belajar 1: Interferensi Cahaya	243
B. 13 <i>Blueprint</i> Tugas Belajar 2: Difraksi Cahaya	247
B. 14 <i>Blueprint</i> Tugas Belajar 3: Polarisasi Cahaya.....	251

LAMPIRAN C

C. 1 Prototipe 1	255
C. 2 Prototipe 2	280
C. 3 Prototipe 3	307

C. 4 Hasil Akhir	335
C. 5 Panduan Penilaian Tugas Belajar Topik Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi.....	366

LAMPIRAN D

D. 1 Surat Izin Penelitian	376
D. 2 Dokumentasi Kegiatan Uji Terbatas	377
D. 3 Dokumentasi Kegiatan Uji Luas	378
D. 4 URL Dokumen Prototipe dan Hasil Akhir Tugas Belajar.....	379

DAFTAR PUSTAKA

- Aikenhead, G. S. (2005). Science-Based Occupations and the Science Curriculum: Concepts of Evidence. *Science Education*, 89(2), 242-275
- Alagumalai, S., Curtis, D. D., & Hungi, N. (2005). *Applied Rasch measurement: A book of exemplars*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Anderson, L. W., & Bloom, B. S. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Anderson L.W., Krathwohl D.R., Airasian P.W., Cruikshank K.A., Mayer R.E., Pintrich P.R., et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Abridged Edition*. New York: Pearson.
- Arifa, F. N. (2020). Tantangan Pelaksanaan Kebijakan Belajar dari Rumah dalam Masa Darurat Covid-19. Kajian Singkat terhadap Isu Aktual dan Strategis, XII (7/I), 6. *Jurnal Bidang Kesejahteraan Sosial*, 12.
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arthur, W., Doverspike, D., Muñoz, G. J., Taylor, J. E., & Carr, A. E. (2014). The Use of Mobile Devices in High-Stakes Remotely Delivered Assessments and Testing. *International Journal of Selection and Assessment*, 22(2), 113-123.
- Bain, K., Bender, L., Bergeron, P., Caballero, M. D., Carmel, J. H., Duffy, E. M., ... & Cooper, M. M. (2020). Characterizing College Science Instruction: The Three-Dimensional Learning Observation Protocol. *PLoS One*, 15(6), e0234640.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain*.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences, Third Edition*. New York: Routledge.
- Boone, W.J., Staver, J.R., Yale, M.S. (2014). Multifaceted Rasch Measurement. In: *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4_20

- Bryfczynski, S. (2012). *Besocratic: An Intelligent Tutoring System for the Recognition, Evaluation, and Analysis of Free-Form Student Input*. (Doctoral dissertation, Ph. D. Dissertation). Clemson, SC: Clemson University.
- Campbell, A., & Main, S. J. (2014). Performance, Assessment and Communication in one App: Mobile Tablet Assessment is Here to Stay. *eCULTURE*, 7(1), 6.
- Chen, C. H. (2010). The Implementation and Evaluation of a Mobile Self-And Peer-Assessment System. *Computers & Education*, 55(1), 229-236.
- Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, J. C. (2010). A Two-Tier Test Approach to Developing Location-Aware Mobile Learning Systems for Natural Science Courses. *Computers & Education*, 55(4), 1618-1627.
- Coca, D. M., & Sliško, J. (2017). Software Socratic and Smartphones as Tools for Implementation of Basic Processes of Active Physics Learning in Classroom: An Initial Feasibility Study with Prospective Teachers. *European Journal of Physics Education*, 4(2), 17-24.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Cooper, M., & Klymkowsky, M. (2013). Chemistry, Life, the Universe, and Everything: A New Approach to General Chemistry, and a Model for Curriculum Reform. *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1116-1122.
- Cooper, M. M., Posey, L. A., & Underwood, S. M. (2017). Core Ideas and Topics: Building Up or Drilling Down?. *Journal of Chemical Education*, 94(5), 541-548.
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry Education Research—From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice. *Chemical reviews*, 118(12), 6053-6087.
- Coulby, C., Hennessey, S., Davies, N., & Fuller, R. (2011). The Use of Mobile Technology for Work-Based Assessment: The Student Experience. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 251-265.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, Fifth Edition*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Duggan, S., & Gott, R. (2002). What Sort of Science Education do We Really Need?. *International Journal of Science Education*, 24(7), 661-679.
- Eckes, T. (2019). Many-Facet Rasch Measurement: Implications for Rater-Mediated Language Assessment. In V. Aryadoust & M. Raquel (Eds.), *Quantitative Data Analysis for Language Assessment: Vol. 1. Fundamental Techniques*. New York, NY: Routledge.
- Engelhard Jr, G. (2013). *Invariant measurement: Using Rasch models in the social, behavioral, and health sciences*. New York, NY: Routledge.
- Fox-Turnbull, W. (2006). The Influences of Teacher Knowledge and Authentic Formative Assessment on Student Learning in Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 16(1), 53-77.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hapsari, L., & Rosana, D. (2019, July). Adapting Next Generation Science Standard to Improve using Mathematics–Computational Thinking in Science Learning. *6th International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2018)*, 121-125. Atlantis Press.
- Hwang, G. J., & Chang, H. F. (2011). A Formative Assessment-Based Mobile Learning Approach to Improving the Learning Attitudes and Achievements of Students. *Computers & Education*, 56(4), 1023-1031.
- Huang, Y. M., & Chiu, P. S. (2015). The Effectiveness of A Meaningful Learning-Based Evaluation Model for Context-Aware Mobile Learning. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 437-447.

- Kemdikbud. (2018). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemdikbud. (2016). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Krajcik, J., McNeill, K. L., & Reiser, B. J. (2008). Learning-Goals-Driven Design Model: Developing Curriculum Materials that Align with National Standards and Incorporate Project-Based Pedagogy. *Science Education*, 92(1), 1-32.
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2015). An Interactive Peer-Assessment Criteria Development Approach to Improving Students' Art Design Performance using Handheld Devices. *Computers & Education*, 85, 149-159.
- Laverty, J. T., Cooper, M. M., & Caballero, M. D. (2015). Developing the Next Generation of Physics Assessments. *arXiv preprint arXiv:1507.00663*.
- Laverty, J. T., Underwood, S. M., Matz, R. L., Posey, L. A., Carmel, J. H., Caballero, M. D., ... & Cooper, M. M. (2016). Characterizing College Science Assessments: The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol. *Plos One*, 11(9), e0162333.
- Lia, R. M., Rusilowati, A., & Isnaeni, W. (2020). NGSS-Oriented Chemistry Test Instruments: Validity and Reliability Analysis with the Rasch Model. *REiD (Research and Evaluation in Education)*, 6(1), 41-50.
- Linacre, J. (1994). Sample Size and Item Calibration Stability. *Rasch Mes Trans.*, 7, 328.
- Marini, A., Safitri, D., Nuraini, S., Rihatno, T., Satibi, O., & Wahyudi, A. (2020). Applying Model of Mobile Web Based on Character Building in Teaching Learning Process to Improve Student Character. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(06).

- Momsen, J., Offerdahl, E., Kryjevskaja, M., Montplaisir, L., Anderson, E., & Grosz, N. (2013). Using Assessments to Investigate and Compare the Nature of Learning in Undergraduate Science Courses. *CBE—Life Sciences Education*, 12(2), 239-249.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academy of Sciences.
- National Research Council. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academies Press.
- National Research Council. (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework For K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.
- National Research Council. (2014). *Developing Assessments for The Next Generation Science Standards*. National Academies Press.
- Nesbit, J., Belfer, K., & Leacock, T. (2009). Learning Object Review Instrument (LORI) User Manual Version 2.0. *Angewandte Chemie International Edition*, 6 (11), 951–952.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States (Vol. 1: The Standards)*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2018). Mobile-Based Assessment: A Literature Review of Publications in Major Referred Journals from 2009 To 2018. *Computers & Education*, 125, 101-119.
- Olsen, L. W. (2003). *Essays on Georg Rasch and his contributions to statistics*. København Universitet, Økonomisk Institut.
- Park, M. (2019). Effects of Simulation-Based Formative Assessments on Students' Conceptions in Physics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(7), em1722.
- Pratiwi, W., & Wilujeng, I. (2019, July). Science learning tools oriented on Next Generation Science Standard. *6th International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2018)*, 63-67. Atlantis Press.

- Rachmawati, E., Prodjosantoso, A. K., & Wilujeng, I. (2019). Next Generation Science Standard in Science Learning to Improve Student's Practice Skill. *International Journal of Instruction*, 12(1), 299-310.
- Rahmita & Rosana, D. (2020). Profile Analysis of Data Literacy Capability Based on NGSS Junior High School Students in Takalar, South Sulawesi. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012082. IOP Publishing.
- Ramdass, D., & Zimmerman, B. J. (2011). Developing Self-Regulation Skills: The Important Role of Homework. *Journal of Advanced Academics*, 22(2), 194-218.
- Ramma, Y., Bhooloa, A., Watts, M., & Nadal, P. S. (2018). Teaching and Learning Physics Using Technology: Making A Case for The Affective Domain. *Education Inquiry*, 9(2), 210-236.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Studies in Mathematical Psychology I*. Copenhagen: Danmarks pædagogiske Institut.
- Reindl, K., Curtis, S. K., & Smedby, N. (2020). How Interdisciplinary are Master's Programmes in Sustainability Education?. *Interdisciplinary Pedagogy in Higher Education*, 61.
- Rusilowati, A. (2007). Diagnosis Kesulitan Belajar Fisika Peserta didik SD, SMP, dan SMA dengan Teknik General Diagnostic dan Analytic Diagnostic. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2007 UNY*.
- Sani, D. F., Nafiah, H., Andani, V. R., & Prodjosantoso, A. K. (2018). Developing of NGSS-oriented Teaching Materials in the Bundle of Matter and Its Interactions for High School Chemistry Classroom. *5th ICRIEMS Proceedings*. FMIPA UNY.
- Santos, P., Hernández-Leo, D., Pérez-Sanagustín, M., & Blat, J. (2012). Modeling the Computing Based Testing Domain Extending IMS QTI: Framework, Models and Exemplary Implementations. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1648-1662.
- Siahaan, R., Rifa, M., & Sugiatno, S. (2019). Desain Tugas Belajar Berbasis Pameran dalam Pembelajaran Dimensi Tiga Jenjang Pendidikan Menengah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 8(9).

- Silalahi, U. (2017). *Metode Penelitian Sosial Kuantitatif*. Bandung: Refika Aditama.
- Singer, S. R., Nielsen, N. R., & Schweingruber, H. A. (2012). Discipline-Based Education Research. *Washington, DC: The National Academies*.
- Smith, M. K., Wood, W. B., & Knight, J. K. (2008). The Genetics Concept Assessment: A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics. *CBE—Life Sciences Education*, 7(4), 422-430.
- Smiley, J. (2015). Classical test theory or Rasch-A personal account from a novice user. *Shiken*, 19(1), 16-29.
- Sofianto, E. W. N., Wartono, W., & Kusairi, S. (2016). Pengaruh Balik Formatif Terintegrasi Strategi Pembelajaran Diagram Vee dan Kemampuan Awal Terhadap Penguasaan Konsep Peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 183-188.
- Song, Y., Wong, L. H., & Looi, C. K. (2012). Fostering Personalized Learning in Science Inquiry Supported by Mobile Technologies. *Educational Technology Research and Development*, 60(4), 679-701
- Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The Effects of Integrating Mobile Devices with Teaching and Learning on Students' Learning Performance: A Meta-Analysis and Research Synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial (Edisi Revisi)*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Torrance, H. (2012). Formative Assessment at The Crossroads: Conformative, Deformative and Transformative Assessment. *Oxford Review of Education*, 38(3), 323-342.
- Treagust, D. F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.

- Triantafyllou, E., Georgiadou, E., & Economides, A. A. (2008). The Design and Evaluation of a Computerized Adaptive Test on Mobile Devices. *Computers & Education*, *50*(4), 1319-1330.
- Trna, J. (2008). Hands-on Activity as a Source of Motivational Effectiveness of Learning Tasks in Science Education. *Hands-on Science II*, *52*.
- Underwood, S. M., Posey, L. A., Herrington, D. G., Carmel, J. H., & Cooper, M. M. (2018). Adapting Assessment Tasks to Support Three-Dimensional Learning. *Journal of Chemical Education*, *95*(2), 207-217.
- Uzun, S., Alev, N., & Karal, I. S. (2013). A Cross-Age Study of An Understanding of Light and Sight Concepts in Physics. *Science Education International*, *24*(2), 129-149.
- Wang, A. I. (2015). The Wear Out Effect of a Game-Based Student Response System. *Computers & Education*, *82*, 217-227.
- West, M., & Vosloo, S. (2015). *Policy Guidelines for Mobile Learning*. UNESCO Publishing.
- Winangun, M. M., & Fauziah, D. (2019, October). Designing Lesson Plan of Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Education in Science Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, *1318*(1), 012024. IOP Publishing.
- Windriyana, G., Wilujeng, I., Prodjosantoso, A., & Suryadharma, I. (2019). NGSS: A Standard to Improve Planning Carrying Out Investigation Skill and Crosscutting Concept. *6th International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2018)*. 58-62. Atlantis Press.
- Wood, W. B. (2009). Innovations in Teaching Undergraduate Biology and Why We Need Them. *Annual Review of Cell and Developmental*, *25*, 93-112.
- Wyner, Y., & Doherty, J. H. (2017). Developing A Learning Progression for Three-Dimensional Learning of The Patterns of Evolution. *Science Education*, *101*(5), 787-817.
- Zahir, N.M. & Sumintono, B. (2017). Perceptions on Influence Tactics among Leaders in the Ministry of Education Malaysia: An Application of The Many Facets Rasch Model. *International Conference on Public Policy, Social Computing and Development (ICOPOSDEV)*, October, 1–13.