

**PENGEMBANGAN *FOUR-TIER TEST* GETARAN HARMONIS
SEDERHANA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PROFIL KONSEPSI DAN
MODEL MENTAL**

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika



oleh
Tresna Galih Sukma Suryana
1802931

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2022**

**PENGEMBANGAN *FOUR-TIER TEST* GETARAN HARMONIS
SEDERHANA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PROFIL KONSEPSI DAN
MODEL MENTAL**

LEMBAR HAK CIPTA

oleh
Tresna Galih Sukma Suryana

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

© Tresna Galih Sukma Suryana 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 lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

TESIS

PENGEMBANGAN *FOUR-TIER TEST* GETARAN HARMONIS
SEDERHANA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PROFIL KONSEPSI DAN
MODEL MENTAL

OLEH

TRESNA GALIH SUKMA SURYANA

disetujui dan disahkan oleh pembimbing dan penguji

Pembimbing I/Penguji I,



Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198310672008121004

Pembimbing II/Penguji II,



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP. 195904011986011001

Penguji III,



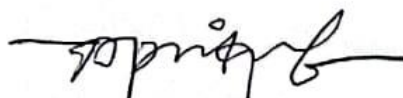
Dr. Mimin Iryanti, S.Si., M.Si.
NIP. 197712082001122001

Penguji IV,



Dr. Parsaoran Siahaan, M.Pd.
NIP. 1958030119800210024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP. 195904011986011001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan *Four-Tier Test* Getaran Harmonis Sederhana untuk Mengidentifikasi Profil Konsepsi dan Model Mental” 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 2022

Yang membuat pernyataan,

Tresna Galih Sukma Suryana
NIM. 1802931

KATA PENGANTAR

Segala puji beserta syukur, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya serta segala keridhoan yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Pengembangan *Four-Tier Test* Getaran Harmonis Sederhana untuk Mengidentifikasi Profil Konsepsi dan Model Mental**”.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan *four-tier test* pada konsep getaran harmonis sederhana yang valid dan teruji untuk mengidentifikasi profil konsepsi dan model mental peserta didik SMA.

Dalam mengerjakan tesis ini, penulis tidak terlepas dari hambatan dan kesulitan sehingga penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih perlu perbaikan agar menjadi lebih baik dari segi penyajian maupun teknik penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka atas segala saran dan kritik yang membangun guna memperbaiki tesis ini. Penulis sangat berharap semoga tesis yang disusun dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Bandung, Agustus 2022

Penulis,

Tresna Galih Sukma Suryana

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan dan motivasi berbagai pihak baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing I dan dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu kelancaran dengan selalu berbagi pengalaman dan wawasannya, serta terus memberikan motivasi, bimbingan, saran, serta ilmu yang dimilikinya kepada penulis;
2. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. selaku dosen pembimbing II dan Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang telah memberikan motivasi, pikiran, dukungan, dan bimbingannya kepada penulis dalam penyusunan tesis ini;
3. Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si. selaku Sekretaris Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang senantiasa memberikan informasi, dukungan, serta kesempatan selama menjalani perkuliahan di program studi ini;
4. Dr. Ahmad Aminudin, S.Si., M.Si., Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si., Duden Saepuzaman, S.Pd., M.Pd., M.Si., Made Rai Suci Shanti, S.Si, M.Pd., Niken Resminingpuri Krisdianti, S.Pd., M.Si., Putri Rani Lestari, S.Pd., dan Ishmah Idzni, S.Pd. yang telah bersedia menjadi ahli dalam proses *judgement* terhadap instrumen penelitian ini;
5. Kepala dan Guru mata pelajaran Fisika SMAN 6 Kabupaten Tangerang, Kepala SMAN 1 Kabupaten Tangerang, Kepala SMAN 20 Kabupaten Tangerang, Kepala SMAN 11 Kota Tangerang, Kepala SMA Santa Maria 1 Kota Bandung, Kepala SMAN 1 Ciomas Kabupaten Serang, Kepala SMAS PGRI 3 Jakarta, Kepala SMA Mekar Arum Kabupaten Bandung, Kepala SMAN 2 Kota Serang, Kepala SMAS Fullday Almuhajirin Purwakarta, Kepala SMAN 11 Kota Tangerang, Kepala SMA IT Harapan Mulia Palembang, Kepala SMAN 1 Terara, Kepala SMAIT Insan Sejahtera Sumedang, dan Kepala SMAN 1 Pamarayan yang telah memberikan izin penulis dalam melakukan penelitian;

6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang telah menjadi inspirasi dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis;
7. Ibunda Tercinta Dwitha Sukmarianti yang telah memberikan segala hal baik dalam hidup penulis;
8. Ayahanda Tercinta Nana Suryana yang telah mendidik diri ini sehingga menjadi pribadi yang mandiri dan berbakti kepada orang tua;
9. Bapak dan Ibu mertua, H. Fachrur Rozi Hady dan Hj. Nursanah yang telah menyanyangi penulis seperti anak kalian sendiri;
10. Istri Tercinta Ishmah Idzni yang senantiasa mendampingi dan memberikan segala dukungan yang sangat berarti;
11. Kakak Tercinta Lugina Sukma Suryana dan Septiwi Nurhidayati yang selalu mengarahkan penulis dalam mengambil keputusan terutama dalam menempuh masa studi ini.
12. Adik Tercinta Argita Krisnandya Sukma Suryana, semoga Allah SWT memberikanmu bimbingan untuk terus menjadi pribadi yang lebih baik.
13. Kakak-kakak dan adik-adik dari istri tercinta yang telah berbagi canda tawa di masa-masa penulis sedang menulis tesis ini;
14. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Fisika 2018, khususnya kelas Pendidikan Fisika A, yang telah memberikan kebersamaan kepada penulis dalam menjalani masa studi;
15. Serta kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, penulis ucapkan terima kasih.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Aamiin.

Bandung, Agustus 2022

Penulis,

Tresna Galih Sukma Suryana

PENGEMBANGAN *FOUR-TIER TEST* GETARAN HARMONIS SEDERHANA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PROFIL KONSEPSI DAN MODEL MENTAL

Oleh
Tresna Galih Sukma Suryana
NIM. 1802931

ABSTRAK

Peserta didik membangun konsep/pengetahuannya sendiri dan datang ke kelas dengan konsepsi yang mungkin selaras ataupun sebaliknya terhadap konsepsi ilmiah. Peneliti umumnya menggunakan tes diagnostik untuk mengukur profil konsepsi dan model mental peserta didik tentang berbagai konsep pembelajaran fisika. Tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian adalah untuk menghasilkan *four-tier test* pada konsep getaran harmonis sederhana yang valid dan teruji untuk mengidentifikasi profil konsepsi dan model mental peserta didik SMA. Salah satu konsep fisika yang terdapat pada silabus dan dipelajari di tingkat SMA pada Kurikulum 2013 khususnya pada kondisi khusus pandemi Covid-19 adalah getaran harmonis sederhana. Topik ini sangat berkaitan erat dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan seperti ayunan bandul dan pegas. Metode yang digunakan adalah *mixed methods*. Pengumpulan data pada metode ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif, kemudian menggabungkan dua bentuk data tersebut. Hasil yang didapatkan adalah rata-rata skor IVI sebesar 0,90, skor MNSQ dan ZSTD dalam rentang penerimaan dan layak digunakan; reliabilitas soal memiliki kategori istimewa; *Alpha Cronbach* memiliki kategori bagus sekali; tingkat kesukaran soal diperoleh sebaran soal yang merata pada setiap kategori tingkat kesukaran soal; daya pembeda soal memiliki kategori sangat baik; Profil konsepsi peserta didik memiliki rata-rata kemampuan di atas rata-rata tingkat kesulitan soal. Sedangkan kondisi model mental peserta didik memiliki kondisi yang kurang baik. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *four-tier test* yang dikembangkan memiliki konstruksi yang valid, reliabel, tingkat kesukaran yang beragam, dan dapat membedakan peserta didik dengan kemampuan rendah dan tinggi.

Kata-kata kunci: Profil Konsepsi, Model Mental, *Four-tiers test*, getaran harmonis sederhana, Rasch model.

THE DEVELOPMENT OF FOUR-TIER TEST TO IDENTIFY THE CONCEPTION LEVEL AND MENTAL MODEL ON SIMPLE HARMONIC MOTION

By
Tresna Galih Sukma Suryana
NIM. 1802931

ABSTRACT

Students construct their own concepts/knowledge and come to class with their conceptions, which may or may not be in same with scientific conceptions. Researchers generally use diagnostic tests to measure the conception profile and mental models of students about various concepts of physics. The research objective to be achieved in this research is to produce a four-tier test on the simple harmonic motion that is valid and tested to identify the conception and mental model profile of high school students. One of the physics concepts contained in the syllabus and studied at the high school level in the Curriculum 2013 in Indonesia, especially in the special conditions of the Covid-19 pandemic, is simple harmonic motion. This topic is closely related to phenomena that occur in life, such as pendulum and springs. The method used is mixed methods. Data collection in this method is carried out qualitatively and quantitatively. The results obtained are an average IVI score of 0.90, MNSQ and ZSTD scores are in the acceptance range and are suitable for use; the reliability of the questions has a special category; Cronbach Alpha has a very good category; the level of difficulty of the questions obtained an even distribution of questions in each category of the level of difficulty of the questions; the discriminatory of the questions has a very good category; Conception profiles of students have an average ability above the average level of questions difficulty. While the profile of the mental model of students has a poor condition. Based on the results of the study, it can be concluded that the four-tier test constructions has a valid, reliable, various levels of difficulty, and can distinguish students with low and high abilities.

Keywords: conception level, mental model, four-tiers test, simple harmonic motion, rasch analysis.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Pertanyaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat/Signifikansi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Definisi Operasional.....	Error! Bookmark not defined.
1.7 Struktur Organisasi Tesis	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Konsepsi	Error! Bookmark not defined.
2.2 Model Mental	Error! Bookmark not defined.
2.3 Tes Diagnostik.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Instrumen Tes Pilihan Majemuk Bertingkat (<i>Multiple-Tier test</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Permasalahan Konsepsi pada Getaran Harmonis Sederhana	Error! Bookmark not defined.
2.6 Konsep Getaran Harmonis Sederhana.....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Kerangka Berpikir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Desain Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Partisipan	Error! Bookmark not defined.
3.3. Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
3.4. Instrumen Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.6. Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.1. Uji Validitas	Error! Bookmark not defined.
3.6.2. Uji Reliabilitas.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.3. Tingkat Kesukaran	Error! Bookmark not defined.
3.6.4. Daya Pembeda.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Hasil dan Pembahasan Penelitian Kualitatif.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Hasil dan Pembahasan Penelitian Kualitatif.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Uji Validitas	Error! Bookmark not defined.
4.1.1.1. Validasi Ahli	Error! Bookmark not defined.
4.1.1.2. Validasi Instrumen Hasil Uji Luas (Profil Konsepsi)	Error! Bookmark not defined.

4.1.1.3. Validasi Instrumen Hasil Uji Luas (Model Mental).....	Error!
Bookmark not defined.	
4.2.2 Uji Reliabilitas	Error! Bookmark not defined.
4.2.2.1. Uji Reliabilitas Instrumen Hasil Uji Luas (Profil Konsepsi)	Error!
Bookmark not defined.	
4.2.2.2. Uji Reliabilitas Instrumen Hasil Uji Luas (Model Mental)...	Error!
Bookmark not defined.	
4.2.3. Tingkat Kesukaran	Error! Bookmark not defined.
4.2.3.1. Tingkat Kesukaran Instrumen Hasil Uji Luas (Profil Konsepsi)	Error! Bookmark not defined.
Error! Bookmark not defined.	
4.2.3.2. Tingkat Kesukaran Instrumen Hasil Uji Luas (Model Mental)	Error! Bookmark not defined.
Error! Bookmark not defined.	
4.2.4. Daya Pembeda.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4.1. Daya Pembeda Item Instrumen Hasil Uji Luas (Profil Konsepsi)	Error! Bookmark not defined.
Error! Bookmark not defined.	
4.2.4.2. Daya Pembeda Item Instrumen Hasil Uji Luas (Model Mental)	Error! Bookmark not defined.
Error! Bookmark not defined.	
4.2.5. Profil Konsepsi Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.
4.2.6. Profil Model Mental Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
5.1. Simpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2. Implikasi.....	Error! Bookmark not defined.
5.3. Rekomendasi	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR REFERENSI	62
LAMPIRAN-LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN A	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN A1	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B1	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B2	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B3	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B4	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B5	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B6	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN C	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN C1	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN C2	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN C3	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN C4	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN D	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN D1	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN D2	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN D3	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN D4	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN E	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN E1	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Desain <i>Four-Tier Test</i>	17
2.2. Perbandingan Kekuatan dan Kelemahan Tes Diagnostik	17
2.3. Kategori analisis profil konsepsi berdasarkan tingkat 1,2, 3 dan 4.....	19
2.4. Kategori analisis model mental peserta didik berdasarkan tingkat 1,2, 3 dan 4	20
2.5. Permasalahan Konsepsi pada Getaran Harmonis Sederhana	20
3.1. Sebaran Tes Diagnostik pada Materi Getaran Harmonis Sederhana bagian Profil konsepsi.....	32
3.2. Sebaran Tes Diagnostik pada Materi Getaran Harmonis Sederhana bagian model mental.....	33
3.3 Interpretasi nilai <i>person reliability</i> dan <i>item reliability</i>	41
3.4 Interpretasi nilai <i>Cronbach alpha</i>	42
3.5 Interpretasi hasil tingkat kesukaran.....	42
3.6. Interpretasi nilai <i>Point Measure Correlation</i>	43
4.1. Hasil Validasi Ahli dengan Indeks IVI.....	45
4.2 Validitas item instrumen <i>four-tier</i> bagian profil konsepsi	47
4.3 Validitas item instrumen <i>four-tier</i> bagian model mental	49
4.4 Hasil <i>Point Measure Correlation</i> untuk setiap butir soal Profil konsepsi	55
4.5 Hasil <i>Point Measure Correlation</i> untuk setiap butir soal model mental	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Ilustrasi Bandul Sederhana.....	22
2.2. Ilustrasi Gerakan Pegas	24
2.3. Diagram Kerangka Berpikir Pengembangan <i>Four-tier Test</i> Getaran Harmonis Sederhana	28
3.1. Diagram Alur <i>Exploratory Sequential Mixed Methods Design: Instrument Development Model</i>	29
3.2. Contoh instrumen bagian profil konsepsi	34
3.3. Contoh instrumen bagian model mental	35
3.4. Prosedur Pengembangan <i>Four-tier Test</i> Getaran Harmonis Sederhana	37
4.1. <i>OUTFIT (MNSQ)</i> dan (<i>ZSTD</i>) setiap butir soal (profil konsepsi)	47
4.2. <i>OUTFIT (MNSQ)</i> dan (<i>ZSTD</i>) setiap butir soal (model mental)	48
4.3. Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> , dan <i>Cronbach alpha</i> (Profil konsepsi)	50
4.4. Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> , dan <i>Cronbach alpha</i> (Mental Model)	51
4.5. Nilai <i>Measure</i> setiap butir soal dan Standar Deviasi (Profil konsepsi)	52
4.6. Nilai <i>Measure</i> setiap butir soal dan Standar Deviasi (model mental).....	53
4.7. Nilai <i>Point Measure Correlation</i> setiap butir soal Profil konsepsi.....	55
4.8. Nilai <i>Point Measure Correlation</i> setiap butir soal model mental	56
4.9. Ringkasan statistik pada analisis Rasch untuk profil konsepsi	57
4.10. Ringkasan statistik pada analisis Rasch untuk model mental	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN A - PERANGKAT PEMBELAJARAN	
A1 SILABUS PEMBELAJARAN.....	69
LAMPIRAN B - INSTRUMEN	
B1 INSTRUMEN TWO-TIERS	76
B2 PROFIL UJI COBA TERBATAS.....	99
B3 LEMBAR VALIDASI AHLI INSTRUMEN.....	103
B4 KISI-KISI INSTRUMEN	186
B5 PROFIL UJI COBA LUAS BAGIAN PROFIL KONSEPSI.....	242
B6 PROFIL UJI COBA LUAS BAGIAN MODEL MENTAL.....	251
LAMPIRAN C - PENGOLAHAN DATA	
C1 PENGOLAHAN DATA HASIL UJI COBA TERBATAS TWO-TIERS....	262
C2 PENGOLAHAN DATA VALIDASI AHLI INSTRUMEN	265
C3 PENGOLAHAN DATA UJI COBA LUAS BAGIAN PROFIL KONSEPSI	267
C4 PENGOLAHAN DATA UJI COBA LUAS BAGIAN MODEL MENTAL	286
LAMPIRAN D - ADMINISTRASI	
D1 SURAT KEPUTUSAN PEMBIMBING	306
D2 SURAT IJIN PENELITIAN	310
D3 SURAT KETERANGAN TELAH PENELITIAN	324

D4 SURAT PERMOHONAN PENILAI INSTRUMEN TESIS 328

LAMPIRAN E - RIWAYAT HIDUP

E1 RIWAYAT HIDUP PENELITI..... 337

DAFTAR REFERENSI

- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16-17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513–544. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.636084>
- Adolphus, T., Alamina, J., Aderonmu, T., Education, T., & State, R. (2013). *The Effects of Collaborative Learning on Problem Solving Abilities among Senior Secondary School Physics Students in Simple Harmonic Motion*. 4(25), 95–101.
- Alexander, P. A. (1996). The past, present, and future of knowledge research: A reexamination of the role of knowledge in learning and instruction. *Educational Psychologist*, 31(2), 89–92. <https://doi.org/10.1080/00461520.1996.10524941>
- Andre A. Rupp, Jonathan Templin, R. A. H. (2010). *Diagnostic Measurement: Theory, Methods, and Applications* (T. D. Little (ed.)). The Guilford Press. <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=Fx27FLidpn0C&oi=fnd&pg=PR16&dq=Diagnostic+measurement:+Theory,+methods+and+applications&ots=tOJTUU98aF&sig=tyx4lUSp26aqTH7huz8B3JMrUcQ>
- Atikah, A., Sanjaya, Y., & Rustaman, N. (2018). The Role of Visuospatial Representation to Improve Student's Conceptual Mastery based on Gender in Learning Human Urinary System. *Journal of Science Learning*, 1(3), 95. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11790>
- Başer, M. (2006). Effect of conceptual change oriented instruction on remediation of students' misconceptions related to heat and temperature concepts. *Journal of Maltese Education Research*, 4(1), 64–79. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1991\)117](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1991)117)
- Bond, T.G. & Fox, C. (2009). *Applying the Rasch Model. Fundamental measurement in the Human Sciences* (3rd ed.). Routledge.
- Boone, W. J., & Noltemeyer, A. (2017). Rasch analysis: A primer for school psychology researchers and practitioners. *Cogent Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1416898>
- Boone, W. J., Yale, M. S., & Staver, J. R. (2014). Rasch analysis in the human sciences. In *Rasch Analysis in the Human Sciences*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4>
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know What they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>

- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939–961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Cataloglu, E., & Robinett, R. W. (2002). Testing the development of student conceptual and visualization understanding in quantum mechanics through the undergraduate career. *American Journal of Physics*, 70(3), 238–251. <https://doi.org/10.1119/1.1405509>
- Chang, C. Y., Yeh, T. K., & Barufaldi, J. P. (2010). The positive and negative effects of science concept tests on student conceptual understanding. *International Journal of Science Education*, 32(2), 265–282. <https://doi.org/10.1080/09500690802650055>
- Chen, C. H. H. I. H., Lin, H. U. H., & Lin, M. I. N. G. I. (2003). Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding – The Formation of Images by a Plane Mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106–121.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change. In Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (1st Editio, pp. 61–82). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203874813-9/three-types-conceptual-change-belief-revision-mental-model-transformation-categorical-shift-michelene-chi>
- Chiou, G. L., Lee, M. H., & Tsai, C. C. (2013). High school students' approaches to learning physics with relationship to epistemic views on physics and conceptions of learning physics. *Research in Science and Technological Education*, 31(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.794134>
- Colin, P., & Viennot, L. (2001). Using two models in optics: Students' difficulties and suggestions for teaching. *American Journal of Physics*, 69(S1), S36–S44. <https://doi.org/10.1119/1.1371256>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- Delgado-Rico, E., Carretero-Dios, H., & Ruch, W. (2012). Content validity evidences in test development: An applied perspective. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 12(3), 449–460.
- Dewi, F. H., Samsudin, A., & Chandra, D. T. (2021). Developing FD-MT to investigate students' mental model on fluid dynamic concept: a Rasch model analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 2098(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012020>
- Eisner, E. (2007). Assessment and Evaluation. In L. Bresler (Ed.), *International*

Handbook of Research in Arts Education (pp. 423–426.). Springer.
<https://doi.org/10.1080/00207594.2012.709085>

- Entwistle, N. J., & Peterson, E. R. (2004). Conceptions of learning and knowledge in higher education: Relationships with study behaviour and influences of learning environments. *International Journal of Educational Research*, *41*(6), 407–428. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2005.08.009>
- Foster, C. (2011). A slippery slope: Resolving cognitive conflict in mechanics. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *30*(4), 216–221. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrr015>
- Ismi Kania, V., Samsudin, A., Hadiana Aminudin, A., Rachmadtullah, R., Jermstipparsert, K., & Nurtanto, M. (2020). Multitier of Greenhouse Effect (MoGE) Instrument Development to Identify Middle School Students' Mental Model in Thailand with Rasch Analysis. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(7), 3223–3237.
- Ivowi, U. M. O. (1986). Students' Misconceptions about Conservation Principles and Fields. *Research in Science & Technological Education*, *4*(2), 127–137. <https://doi.org/10.1080/0263514860040203>
- Kafiyani, F., Samsudin, A., & Saepuzaman, D. (2019). Development of four-tier diagnostic test (FTDT) to identify student's mental models on static fluid. *Journal of Physics: Conference Series*, *1280*(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052030>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science and Technological Education*, *35*(2), 238–260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kohli, N., Koran, J., & Henn, L. (2015). Relationships Among Classical Test Theory and Item Response Theory Frameworks via Factor Analytic Models. *Educational and Psychological Measurement*, *75*(3), 389–405. <https://doi.org/10.1177/0013164414559071>
- Kurnaz, M., & Emen, A. (2014). Student Mental Models Related to Expansion and Contraction. *Acta Didactica Napocensia*, *7*(1), 59–67.
- Lee, G., & Byun, T. (2012). An Explanation for the Difficulty of Leading Conceptual Change Using a Counterintuitive Demonstration: The Relationship Between Cognitive Conflict and Responses. *Research in Science Education*, *42*(5), 943–965. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9234-5>
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, *11*(4–5), 357–380. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00037-2)

- Linacre, J. M. (2006). *A user's guide to Facets Minifac. Rasch-Model computer programs*. www.winstep.com
- Madu, B. C., & Orji, E. (2015). Effects of Cognitive Conflict Instructional Strategy on Students' Conceptual Change in Temperature and Heat. *SAGE Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2158244015594662>
- Maison, Astalini, Kurniawan, D. A., & Siahaan, A. (2021). Student Response Analysis and Conception: Simple Harmonic Motion in High School. *Journal of Instrucyional Dvelopment Research*, 2(2), 106–118.
- McDermott, L. C., Heron, P. R. L., Shaffer, P. S., & Stetzer, M. R. (2006). Improving the preparation of K-12 teachers through physics education research. *American Journal of Physics*, 74(9), 763–767. <https://doi.org/10.1119/1.2209244>
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86(4), 548–571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>
- Nugraha, D. A., Cari, C., Suparmi, A., & Sunarno, W. (2019). Physics students' answer on simple harmonic motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1153(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012151>
- Peşman, H., & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Educational Research*, 103(3), 208–222. <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>
- Preston, C. (2016). Effect of a Science Diagram on Primary Students' Understanding About Magnets. *Research in Science Education*, 46(6), 857–877. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9484-8>
- Rasch, G. (1966). An Item Analysis Which Takes Individual Differences Into Account. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 19(1), 49–57.
- Reyes, M. (2019). *Study of Second-year Physics Students' Scientific Reasoning Ability and Knowledge of Simple Harmonic Motion through Guided Inquiry Michael Gavriel de la Serna Reyes* [Prince of Songkora University]. <https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/12594/1/437548.pdf>
- Samsudin, A., Suhandi, A., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Coştu, B. (2016). Investigating the effectiveness of an active learning based-interactive conceptual instruction (ALBICI) on electric field concept. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1), 1–41.
- Smiley, J. (2015). Classical test theory or Rasch- A personal account from a novice user. *Shiken*, 19(1), 16–29.

- Stankov, L., & Dolph, B. (2000). Metacognitive Aspects of Test-Taking and Intelligence. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>
- Sumintono, B. (2018). *Rasch Model Measurements as Tools in Assesment for Learning*. October 2017. <https://doi.org/10.2991/icei-17.2018.11>
- Supriyatman, -, Suhandi, A., Rusdiana, D., Samsudin, A., & Wibowo, F. C. (2018). *Problem-Solving Laboratory-Based Course Development to Improve Mental Model and Mental-Modeling Ability*. April, 9–13. <https://doi.org/10.2991/ice-17.2018.2>
- Taher, M., Hamidah, I., & Suwarma, I. R. (2017). Profile of Students' Mental Model Change on Law Concepts Archimedes as Impact of Multi-Representation Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012101>
- Taslidere, E. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science and Technological Education*, 34(2), 164–186. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124409>
- Thijs, G. D., & Van Den Berg, E. (1995). Cultural factors in the origin and remediation of alternative conceptions in physics. *Science & Education*, 4(4), 317–347. <https://doi.org/10.1007/BF00487756>
- Treagust, D. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science Education*, 16(1), 199–207. <https://doi.org/10.1007/BF02356835>
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157–165. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x>
- Tumanggor, A. M. R., Supahar, S., Ringo, E. S., & Harliadi, M. D. (2020). Detecting Students' Misconception in Simple Harmonic Motion Concepts Using Four-Tier Diagnostic Test Instruments. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 21–31. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.4571>
- Umam, A., Suparmi, & Sukarmin. (2020). Using two tier based concept test to analysis profile of student understanding on the concept of simple harmonic motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 8–13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032076>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Wang, J. R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human

circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 131–157. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-9323-2>