

Tinjauan Literatur Sistematis: Tes Diagnostik untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Sains dengan Model Rasch

Felia Oktaviana Sekarningtias[✉], Ani Rusilowati, Teguh Darsono

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
 Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2023

Disetujui Oktober 2023

Dipublikasikan Desember 2023

Keywords: *Misconceptions, Diagnostic Tests, Rasch Models, Systematic Literature Review*

Abstrak

Review artikel bertujuan untuk mengetahui trend penelitian mengenai perkembangan tes diagnostik yang dianalisis dengan menggunakan model Rasch. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah Tinjauan Literatur Sistematis terkait perkembangan tes diagnostik yang dianalisis dengan model Rasch dari 26 artikel jurnal dari rentang 2011-2022 yang terindeks Scopus. Studi artikel yang dipilih adalah artikel dengan kriteria yang terdiri dari jenis publikasi, tahun publikasi, dan topik yang terkait dengan penelitian. Temuan menunjukkan bahwa telah banyak modifikasi dari perkembangan tes diagnostik. Perkembangan tes diagnostik telah sampai pada enam tingkatan yang digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi dengan menggunakan analisis model Rasch. Berbagai materi Sains telah digunakan untuk mengungkap miskonsepsi yang dialami siswa. Materi yang mendominasi dalam penelitian terkait adalah kimia dan fisika, dan masih jarang penelitian dengan topik biologi. Analisis model Rasch dapat digunakan untuk menganalisis reliabilitas dan validitas dari butir tes diagnostik. Selain hal itu analisis model Rasch dapat digunakan untuk mengetahui atau memberikan gambaran mengenai tingkat pemahaman siswa yang dapat dilihat dari hasil pembacaan sebaran Person-Item Map. Beberapa analisis yang dilakukan dalam mereview artikel jurnal tersebut, kami menyarankan berbagai referensi untuk guru untuk dapat mengidentifikasi bentuk miskonsepsi siswa pada topik krusial dengan menggunakan tes diagnostik dan analisisnya dengan model Rasch.

Abstract

The review article aims to determine research trends regarding the development of diagnostic tests which are analyzed using the Rasch model. The research approach used was a Systematic Literature Review related to the development of diagnostic tests analyzed using the Rasch model from 26 journal articles from 2011-2022 indexed by Scopus. The selected study articles are articles with criteria consisting of type of publication, year of publication, and topics related to the research. The findings show that there have been many modifications in the development of diagnostic tests. The development of diagnostic tests has reached six levels which are used to identify misconceptions using Rasch model analysis. Various science materials have been used to reveal misconceptions experienced by students. The materials that dominate related research are chemistry and physics, and research on biological topics is still rare. Rasch model analysis can be used to analyze the reliability and validity of diagnostic test items. Apart from that, Rasch model analysis can be used to find out or provide an overview of students' level of understanding which can be seen from the results of reading the Person-Item Map distribution. Several analyzes were carried out in reviewing the journal article, we suggested various references for teachers to be able to identify forms of student misconceptions on crucial topics by using diagnostic tests and analysis using the Rasch model.

PENDAHULUAN

Suatu pengetahuan dari dalam diri seorang siswa dapat diperoleh baik dari lingkungan sekolah maupun pada proses pengamatan terhadap fenomena alam. Teori konstruktivis menyatakan bahwa seorang siswa dapat memahami berbagai konsep dengan cara mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri (Achmad Samsudin et al., 2021). Hasil konstruksi yang tidak sesuai akan menimbulkan konsep awal yang tidak tepat untuk pembelajaran selanjutnya. Hal tersebut memiliki dampak signifikan untuk memulai pembelajaran baru (Habiddin & Page, 2019). Biasanya siswa menyakini betul, bahwa konsep yang dimiliki telah sesuai dengan teori yang ada. Konsep awal yang diperoleh dari hasil pengetahuan siswa, dijadikan pegangan awal dalam kegiatan pembelajaran. Akan tetapi, konsep yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah inilah dapat menimbulkan perspektif yang kurang tepat terhadap suatu pengetahuan dari seorang siswa.

Pengetahuan dari pengalaman baik secara formal maupun informal yang tidak berhubungan dengan pengetahuan ilmiah disebut dengan istilah miskonsepsi (Allen, 2014). Terjadinya miskonsepsi pada siswa, diantaranya dilatar belakangi oleh, kesalahan dalam memahami informasi yang diberikan oleh guru maupun buku teks selama proses pembelajaran (Hakim et al., 2016; Kirbulut & Geban, 2014; Zlatkin-Troitschanskaia et al., 2015). Miskonsepsi juga dapat terjadi dari hasil pembelajaran siswa sebelumnya (Osman et al., 2017; Basori, et al., 2020; Topalsan & Bayram, 2019), maupun faktor lain seperti pengalaman siswa sehari-hari (Leaper et al., 2012). Oleh karena itu, miskonsepsi dapat terjadi baik sebelum maupun setelah pembelajaran. Hal itu dapat terjadi, karena sulitnya siswa dalam memadukan informasi yang baru didapat dengan informasi yang telah didapat sebelumnya. Kesulitan siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan

konsep ilmiah juga menjadi masalah penting (de Fátima Morais, 2013). Bisa dikatakan bahwa, jika masalah tersebut terus dibiarkan akan menimbulkan miskonsepsi bagi siswa untuk materi yang saling berkaitan (Mentari et al., 2014).

Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada siswa yaitu dengan memberikan tes diagnostik. Tes diagnostik merupakan bentuk alat penilaian yang berkaitan dengan kesulitan belajar pada siswa yang sering terjadi atau berulang dan dibiarkan tanpa adanya penyelesaian (Gurel et al., 2015). Penelitian yang dilakukan oleh (Gurel et al., 2015) menyebutkan bahwa instrumen tes diagnostik yang dikembangkan dan dapat digunakan diantaranya adalah: wawancara (53%) (Goldberg & McDermott, 1986), tes terbuka (34%) (Langley, D., Ronen & Eylon, 1997), tes pilihan ganda (32%) (Hestenes, D., Wells & Swackhamer, 1992), dan tes pilihan ganda bertingkat (13%) (Arslan et al., 2012; Caleon & Subramaniam, 2010; Gurel, Eryilmaz, & Mcdermott, 2017; Tsui & Treagust, 2010). Perkembangan dalam penelitian mulai tertarik dengan tes pilihan ganda bertingkat. Tahun 2015-2019 sebanyak 33,06% peneliti mulai giat mengembangkan penelitian tes pilihan ganda bertingkat (Soeharto et al., 2019) untuk mengidentifikasi miskonsepsi.

Perkembangan alat instrumen berupa tes diagnostik harus dibarengi dengan hasil instrumen yang mempunyai nilai kevalidan dan reliabilitas yang tinggi. Harapannya dari instrumen yang dihasilkan tersebut, dapat membantu guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi pada siswa. Pendeteksian miskonsepsi yang sedini mungkin akan dapat memberikan dampak yang baik untuk perkembangan pembelajaran siswa. Selain itu, sistem penilaian yang dilakukan merupakan bentuk akuntabilitas dari kegiatan pengembangan sumber daya manusia dalam lingkup pendidikan (Rusilowati, 2018). Oleh karena itu, sistem penilaian juga dapat berpengaruh dalam

mengetahui perkembangan keberhasilan dari siswa.

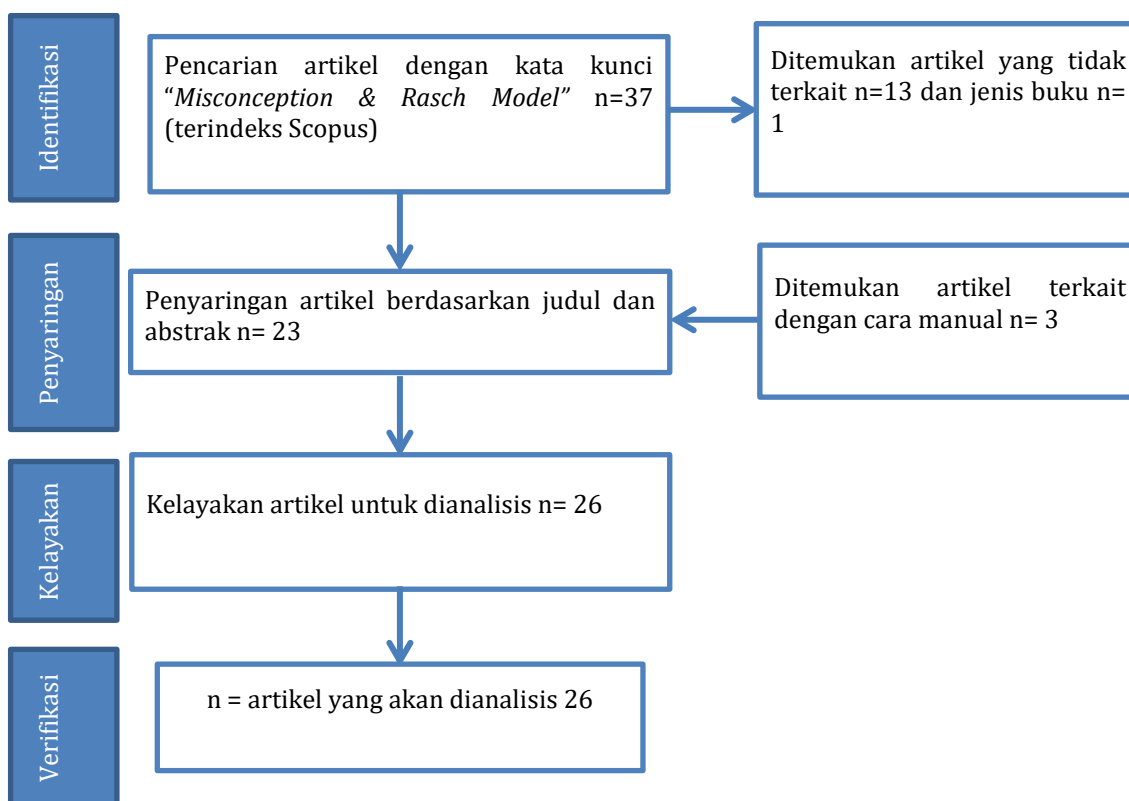
Teori yang biasa digunakan untuk menganalisis instrumen, hasil penilaian, dan atau ujian nasional adalah dengan menggunakan teori tes klasik (Rusilowati, 2018). Tahun 2018 pemerintah mencoba untuk menerapkan teori tes modern atau item response theory (IRT). Kelebihan penggunaan IRT bahwa kemampuan siswa tidak bergantung pada butir soal dan tingkat kesulitan butir soal tidak bergantung pada kemampuan siswa. Ada tiga jenis model IRT yaitu 1-PL, 2-PL, dan 3-PL. Model 1-PL inilah yang disebut dengan model Rasch. Sistem penilaian dengan model Rasch memberikan kesempatan pada siswa untuk dapat menyelesaikan satu soal dengan benar bergantung pada rasio antara kemampuan siswa dan tingkat kesulitan pada soal (Bond & Fox, 2015). Berdasarkan uraian tersebut, peneliti hendak mengkaji dan menelusuri bagaimana bentuk perkembangan tes diagnostik yang telah digunakan dan dikembangkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi dengan menggunakan analisis model Rasch. Kajian yang dilakukan bertujuan untuk mendeskripsikan sejauh mana perkembangan tes diagnostik yang telah digunakan dan dikembangkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi dengan menggunakan analisis model Rasch. Langkah yang diambil adalah dengan melakukan review artikel yang telah di kumpulkan melalui bantuan Software Publish or Perrish (PoP).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SLR (Systematic Literature Review). SLR ini dilakukan dengan mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi serta menafsirkan semua penelitian yang relevan dengan topik. Dengan metode ini penulis melakukan review dan mengidentifikasi jurnal-jurnal secara sistematis yang pada setiap

prosesnya mengikuti langkah-langkah yang telah ditetapkan (Triandini, 2019).

Penelitian ini menggunakan basis data artikel yang diterbitkan di jurnal dalam bidang sains. Identifikasi dalam pencarian artikel dilakukan dengan mesin pencarian Software PoP. Kata kunci yang digunakan dalam sistem pencarian adalah "Misconception & Rasch Model", dan membatasi pada proses pencarian untuk artikel berbahasa inggris yang diterbitkan mulai tahun 2011-2022. Hasil pencarian diperoleh 37 artikel yang terindeks scopus. Artikel tersebut kemudian diverifikasi melalui jenis data, terdapat 13 jenis artikel yang tidak termasuk dan 1 buku. Terdapat 3 tambahan artikel yang diperoleh secara manual. Data yang termasuk kriteria kemudian diverifikasi kembali dengan menggunakan abstrak. Terdapat sejumlah 26 artikel yang sesuai dengan penelitian miskonsepsi yang dianalisis dengan model Rasch.



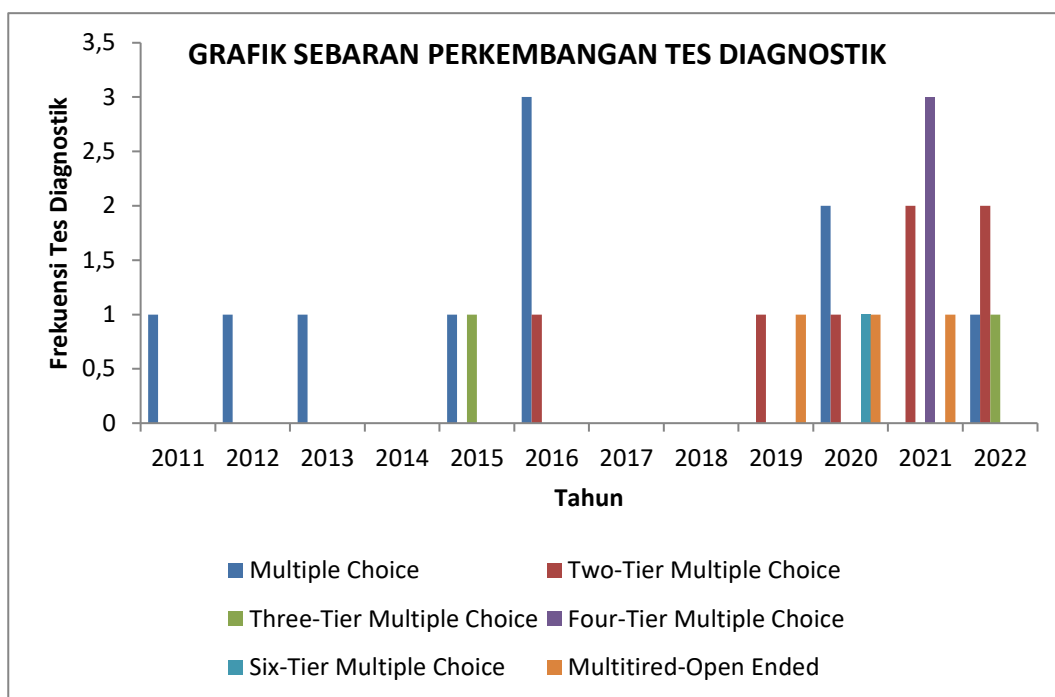
Gambar 1. Ilustrasi Penemuan Artikel

Data jurnal yang menerbitkan penelitian miskonsepsi yang dianalisis dengan model Rasch dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kumpulan Jurnal yang Dijadikan Rujukan untuk Dianalisis

Nama Jurnal	Terindeks oleh	Frekuensi
Journal of Baltic Science Education	Scopus	2
Heliyon	Scopus	3
Chemistry Education Research and Practice	Scopus	1
European Journal of Educational Research	Scopus	2
International Journal of Science Education	Scopus	2
Science Education	Scopus	2
International Online Journal of Primary Education	Scopus	1
Journal for the Education of Gifted Young Scientists	Scopus	1
American Educational Research Association (AERA)	Scopus	1
International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)	Scopus	2
Journal of Physics: Conference Series	Scopus	3
Journal of Technology and Science Education	Scopus	1
Cypriot Journal of Educational Sciences	Scopus	1

Nama Jurnal	Terindeks oleh	Frekuensi
International Journal Of Scientific & Technology Research	Scopus	1
CBE—Life Sciences Education	Scopus	1
International Journal of Learning, Teaching and Educational Research	Scopus	1
Journal of Chemical Education	Scopus	1
Total :		26



Gambar 2. Grafik Sebaran Perkembangan Tes Diagnostik

Tabel 2. Kontribusi Negara dalam Penelitian Perkembangan Tes Diagnostik

Benua	Negara
Asia	Thailand, Cina, Indonesia
Eropa	Turki
Amerika	USA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran terkait artikel perkembangan tes diagnostik dengan menggunakan analisis model Rasch dengan rentang tahun 2011-2022, ditemukan sebanyak 26 artikel sesuai dengan topik yang digali. Artikel tersebut terbit pada jurnal bereputasi internasional atau ter-indeks scopus. Kontribusi penulis dalam menerbitkan artikel tersebut beragam. Mulai dari penulis dengan negara asal USA, Turki, Cina, Thailand, bahkan negara Indonesia juga ikut menyumbang kontribusi dalam penelitian perkembangan tes diagnostik dengan menggunakan analisis model Rasch.

Tren penelitian berkembang secara fluktuatif untuk setiap tahunnya. Hal tersebut didasari atas berkembangnya pula pada bentuk dari tes diagnostik. Hasil penelitian yang laporkan pada rentang tahun 2011-2013 terdapat bentuk tes diagnostik yang digunakan adalah tipe multiple choice. Tes diagnostik ini digunakan dengan menggabungkan pola distractor (pengecoh) pada opsi pilihan jawaban. Penggunaan distractor (pengecoh), bertujuan untuk melihat kedalaman pemahaman konsep siswa pada suatu topik tertentu. Penggabungan antara pola distractor (pengecoh) dengan analisis model Rasch yang digunakan untuk membuat suatu penyelidikan mengenai miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Hal tersebut dapat dilihat dari perolehan data kurva probabilitas dari pilihan jawaban siswa. Semakin siswa tersebut mempunyai tingkat pemahaman yang tinggi pada suatu konsep maka akan menurun tingkat miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Kurangnya data informasi

yang didapatkan pada kurva probabilitas menunjukkan bahwa distractor (pengecoh) kurang dalam mengungkap kelemahan pemahaman dari siswa (Herrmann-Abell & DeBoer, 2011).

Selain temuan penggunaan instrumen multiple choice, peneliti juga menyoroti materi yang digunakan dalam penelitian yang digunakan untuk mengungkap miskonsepsi pada tahun 2011-2013. Isu atau topik tersebut terkait dengan materi kimia dan biologi. Topik materi kimia yang digunakan untuk mengungkap kesulitan siswa, terkait dengan hubungan antara kimia makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Wei et al., 2012). Topik pada materi biologi yang dipilih terkait penyakit menular (Influenza) yang digunakan sebagai evaluasi pengetahuan siswa sekolah menengah Midwestern Amerika Serikat (Romine et al., 2013).

Tahun 2014, 2017, dan 2018 tidak ditemukan data jurnal yang ter-indeks scopus pada tes diagnostik dengan menggunakan analisis model Rasch. Alasan tersebut muncul karena, didapati pada laporan penelitian (Gurel et al., 2015) dan (Soeharto et al., 2019) yang mengungkap bahwa peneliti baru mulai mengembangkan instrumen tes diagnostik dari tes diagnostik multiple choice ke multiple-tier test (tes pilihan ganda bertingkat). Perkembangan tes diagnostik multiple-tier test (tes pilihan ganda bertingkat) dimulai dari two-tier multiple choice, three-tier multiple choice, four-tier multiple choice, dan sekarang sudah berkembang menjadi six-tier multiple choice.

Penelitian pada rentang 2015-2016, didapati bahwa trend penelitian mengenai tes diagnostik dengan menggunakan analisis model Rasch, telah menggunakan instrumen multiple-tier test (tes pilihan ganda bertingkat). Instrumen yang digunakan diantaranya two-tier multiple choice dan three-tier multiple choice dengan mengombinasikan analisis model Rasch. Beberapa penelitian tersebut dilakukan oleh (Herrmann-Abell et al., 2016; Wind & Gale, 2015) dengan pokok bahasan Biologi.

Materi biologi menjadi pokok bahasan yang minoritas dibanding dengan materi fisika dan kimia, yang mana dari ketiganya masuk dalam rumpun Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Disamping hal tersebut, sedikit penelitian yang menggabungkan dari ketiga materi (Fisika, Kimia, dan Biologi). Faktanya hanya didapatkan dua jurnal terbitan (2021-2022), yang membahas miskonsepsi pada siswa pada topik IPA. Penelitian tersebut dilakukan oleh (S Soeharto, 2022; S Soeharto & Csapó, 2021). Hasil penelitian diungkapkan bahwa penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi estimasi tingkat kesulitan dari setiap butir soal. temuan dari penelitian menunjukkan bahwa terdapat 32 item valid dan reliabel, dimana estimasi tingkat kesulitan item berkisar antara - 5,13 logit hingga 5,06 logit. Penelitian ini memberikan suatu kontribusi untuk mengatasi masalah guru dalam menilai dan mengajarkan konsep IPA untuk meningkatkan kemampuan siswa (Soeharto & Csapó, 2021). Hasil penelitian (S Soeharto, 2022), menyatakan bahwa analisis Rasch dapat membantu dalam mendeteksi person (orang)

yang tidak cocok atau outlier. Artinya siswa dengan jawaban yang tidak konsisten dan beruntung dalam menebak jawaban. Hasil temuan lain dari (S Soeharto, 2022), menunjukkan bahwa ada kecenderungan secara signifikan pada siswa laki-laki dalam memecahkan masalah daripada siswa perempuan.

Secara garis besar, penelitian mengenai tes diagnostik dengan analisis model Rasch mulai berkembang pada rentang tahun 2019-2022. Sebanyak tujuh belas artikel jurnal terbit dengan membahas berbagai topik pada mata pelajaran yang menjadi permasalahan siswa (miskonsepsi), serta bentuk tes diagnostik yang mulai bervariasi. Misal saja pada penelitian (Aminudin et al., 2019), penelitian yang dilakukan memberikan variasi pada bentuk tes diagnostik yang telah ada. Tes diagnostik yang digunakan dimodifikasi dengan bentuk yang berbeda dari rancangan awal. Bentuk tes diagnostik tersebut ialah four-tier multiple choice dengan memodifikasi pada tingkat alasan. Tingkat alasan pada instrumen dibuat dengan memberikan kebebasan pada siswa untuk memberikan suatu jawaban terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa suatu instrumen pada tes diagnostik telah mengalami kemajuan dari bentuk yang direkomendasikan para peneliti terdahulu.

Penelitian (Aminudin et al., 2019), memberikan kontribusi pada bidang perkembangan alat evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima belas (15) item instrumen soal pada pokok bahasan gelombang cahaya (Fisika). Instrumen soal yang

dikembangkan, kemudian dianalisis dengan menggunakan model Rasch. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa siswa dapat menjawab dengan rasa penuh percaya diri pada soal yang mudah. Sementara pada penelitian (Utari et al., 2021), mengembangkan instrumen dari tes diagnostik four-tier multiple choice ke dalam bentuk six-tier multiple choice. Bentuk instrumen six-tier multiple choice dikembangkan dengan menambahkan dua sumber angket pilihan jawaban untuk melihat penyebab adanya miskonsepsi. Hasil yang diperoleh dari analisis validasi tes diagnostik pada materi astronomi (Fisika) menunjukkan bahwa item memenuhi kategori yang sesuai. Maka dapat disimpulkan bahwa, instrumen tes diagnostik astronomi six-tier sesuai untuk mengidentifikasi miskonsepsi.

SIMPULAN

Perkembangan instrumen tes diagnostik dengan analisis model Rasch pada bidang evaluasi mulai rentang 2011-2022 menunjukkan keberagaman. Tes diagnostik yang dikembangkan mulai dari multiple choice ke multiple-tier test (tes pilihan ganda bertingkat). Kontribusi peneliti pada bidang pengembangan instrumen tes diagnostik beragam mulai dari USA, Turki, Cina, Thailand, dan Indonesia. Topik yang digunakan untuk menyelidiki terjadinya miskonsepsi pada siswa beragam mulai dari fisika, kimia, biologi, bahkan integrasi dari ketiga topik tersebut. Tes diagnostik yang dianalisis dengan model Rasch, dapat memberikan informasi kepada guru untuk mengidentifikasi terjadinya miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Hal tersebut dapat

dilihat dari sebaran pada Person-Item Map. Dimana Person-Item Map memberikan gambaran atau informasi mengenai abilitas (kemampuan) siswa dalam menjawab konsep pada soal. Oleh karena itu, sangat direkomendasikan kepada guru untuk dapat menyelidiki miskonsepsi pada siswa dengan menggunakan tes diagnostik dan analisis dengan model Rasch.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, L., Hamdi*, S., Pikoli, M., Abdullah, R., & Panigoro, C. (2021). Implementation of Four-Tier Multiple-Choice Instruments Based on the Partial Credit Model in Evaluating Students' Learning Progress. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 825–840. <https://doi.org/10.12973/eujer.10.2.825>
- Adimayuda, R., Aminudin, A. H., Kaniawati, I., & ... (2020). A multitier open-ended momentum and impulse (MOMI) instrument: Developing and assessing quality of conception of 11th grade sundanese students with *Journal of Scientific ...*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Rizal-Adimayuda/publication/340354268_A_Multitier_Open-Ended_Momentum_And_Impulse_MO MI_Instrument_Developing_And_Asses sing_Quality_Of_Conception_Of_11th_Grade_Sundanese_Students_With_Rasch_Analysis/links/5e84c8fba6fdcc
- Allen, M. (2014). *Misconceptions in primary science*. McGraw-hill education.
- Aminudin, A. H., Adimayuda, R., Kaniawati, I., Suhendi, E., Samsudin, A., & Coştu, B. (2019). Rasch Analysis of Multitier Open-ended Light-Wave Instrument (MOLWI): Developing and Assessing Second-Years Sundanese-Scholars Alternative Conceptions. *Journal for*

- the Education of Gifted Young Scientists, 7(3), 557–579.
- Anggraini, N. (2021). Four Tier Test (FTT) development in the form of virtualization static fluid test (VSFT) using rasch model analysis to support learning during the Covid-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012005>
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & ... (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of ...* <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Basori, H., Suhandi, A., Samsudin, A., Kaniawati, I., & Rusdiana, D. (2020). Teaching electrical resistance of a conductor concept using the cd-ccoi model supported by dynamic model and dynamic analogy in improving the mental model. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15, 39–47.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model, Fundamental Measurement in the Human Science* (3rd editio). New York: Routledge.
- Bozdağ, H. C., & Suattürkoğuz. (2021). A Rasch Model Analysis Of Primary School Students' Conceptual Understanding Levels Of The Concept Of Light. *International Online Journal of Primary Education*, 10(1), 160–179.
- Caleon, I. S., & Subramaniam. (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. *Res Sci Educ*, 40, 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>
- de Fátima Morais, M. (2013). Creativity: Challenges to a key concept for the twenty-first century. *Psychology of Creativity: Advances in Theory, Research and Application*, (October), 3–19.
- Fратиwi, N. J., Samsudin, A., Ramalis, T. R., Saregar, A., & ... (2020). Developing MeMoRI on Newton's Laws: For Identifying Students' Mental Models. *European Journal of ...* Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1250432>
- Goldberg, F. M., & McDermott, L. C. (1986). Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472–481.
- Gurel, D. K., 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 & Technological Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., East, M., & Mcdermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students ' Misconceptions in Science. 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Habiddin, & Page, E. M. (2019). Development and validation of a four-tier diagnostic instrument for chemical kinetics (FTDICK). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(3), 720–736. <https://doi.org/10.22146/ijc.39218>
- Hakim, A., Kadarohman, A., & Syah, Y. M. (2016). Effects of the natural product mini project laboratory on the students conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, 13(2), 27–36.
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoe, G. E. (2016). Using Rasch Modeling and Option Probability Curves to Diagnose Students' Misconceptions. *AERA Annual Meeting Washington*.

- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2011). Using distractor-driven standards-based multiple-choice assessments and Rasch modeling to investigate hierarchies of chemistry misconceptions and detect structural problems with individual items. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 184–192. <https://doi.org/10.1039/c1rp90023d>
- Herrmann-Abell, C. F., Koppal, M., & Roseman, J. E. (2016). Toward High School Biology: Helping Middle School Students Understand Chemical Reactions and Conservation of Mass in Nonliving and Living Systems. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4).
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141–158.
- Kantahan, S., Junpeng, P., Punturat, S., Tang, K. N., Gochyyev, P., & Wilson, M. (2020). Designing and verifying a tool for diagnosing scientific misconceptions in genetics topic. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 9(3), 564–571.
- Kirbulut, Z. D., & Geban, O. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 509–521. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a>
- Laliyo, Lukman A. R., Kilo, A. La, Papatungan, M., Kunusa, W. R., Dama, L., & Panigoro, C. (2022). Rasch Modelling To Evaluate Reasoning Difficulties, Changes Of Responses, And Item Misconception Pattern Of Hydrolysis. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 817–835.
- Laliyo, Lukman Abdul Rauf, Botutihea, D. N., & Panigoro, C. (2019). The Development of Two-Tier Instrument Based On Distractor to Assess Conceptual Understanding Level and Student Misconceptions in Explaining Redox Reactions. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(9), 216–237.
- Laliyo, Lukman Abdul Rauf, Sumintono, B., & Panigoro, C. (2022). Measuring Changes in Hydrolysis Concept of Students Taught by Inquiry Model: Stacking and Racking Analysis Techniques in Rasch Model. *Heliyon*, 8(3), 1–10.
- Laliyo, Lukman Abdul Rauf, Tangio, J. S., Sumintono, B., Jahja, M., & Panigoro, C. (2020). Analytic Approach of Response Pattern of Diagnostic Test Items in Evaluating Students' Conceptual Understanding of Characteristics of Particle of Matter. *Journal of Baltic Science Education*, 19(5), 824–841.
- Langley, D., Ronen, M., & Eylon, B. S. (1997). Light propagation and visual patterns: preinstruction learners' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 399–424.
- Leaper, C., Farkas, T., & Brown, C. S. (2012). Adolescent Girls' Experiences and Gender-Related Beliefs in Relation to Their Motivation in Math/Science and English. *Journal of Youth and Adolescence*, 41(3), 268–282. <https://doi.org/10.1007/s10964-011-9693-z>
- Mentari, L., Suardana, I. N., & Subagia, I. W. (2014). Analisis Miskonsepsi Siswa SMA pada Pembelajaran Kimia untuk Materi Larutan Penyangga. *E-Journal Kimia Visvitalis*, 2(1), 76–87.
- Osman, E., BouJaoude, S., & Hamdan, H. (2017). An Investigation of Lebanese G7-12 Students' Misconceptions and Difficulties in Genetics and Their Genetics Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(7), 1257–1280. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9743-9>
- Priyambodo, E., & Marfuatun. (2016). Validity and Realibility of Chemistry Systemic Multiple Choices

- Questions(CSMCQs). *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 5(4), 306–309.
- Rahmawati, Y. (2022). STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN CHEMISTRY LEARNING USING PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326. <https://doi.org/10.3926/jotse.1597>
- Romine, W. L., Barrow, L. H., & Folk, W. R. (2013). Exploring Secondary Students' Knowledge and Misconceptions about Influenza: Development, validation, and implementation of a multiple-choice influenza knowledge scale. *International Journal of Science Education*, 35(11), 1874–1901.
- Romine, W. L., Schaffer, D. L., & Barrow, L. (2015). Development and Application of a Novel Rasch-based Methodology for Evaluating Multi-Tiered Assessment Instruments: Validation and utilization of an undergraduate diagnostic test of the water cycle. *International Journal of Science Education*, 37(16), 2740–2768. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1105398>
- Romine, W. L., Todd, A. N., & Clark, T. B. (2016). How Do Undergraduate Students Conceptualize Acid–Base Chemistry? Measurement of a Concept Progression. *Science Education*, 00(0), 1–35.
- Rusilowati, A. (2018). Asesmen Literasi Sains: Analisis Karakteristik Instrumen dan Kemampuan Siswa Menggunakan Teori Tes Modern Rasch Model. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau Ke-3*, (September), 2–15. Retrieved from <https://snf.fmipa.unri.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/0.-300B-2-15NI.pdf>
- Samsudin, A, Cahyani, P. B., Purwanto, P., & ... (2021). Development of a multitier open-ended work and energy instrument (MOWEI) using Rasch analysis to identify students' misconceptions. *Cypriot Journal of ...* Retrieved from <https://www.unpub.eu/ojs/index.php/cjes/article/view/5504>
- Samsudin, Achmad, Afif, N. F., Nugraha, M. G., Suhandi, A., Fratiwi, N. J., Aminudin, A. H., ... Costu, B. (2021). Reconstructing Students' Misconceptions on Work and Energy through the PDEODE*E Tasks with Think-Pair-Share. *Journal of Turkish Science Education*, 18(1), 118–144. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.56>
- Soeharto, S. (2022). Exploring Indonesian student misconceptions in science concepts. *Heliyon*, 8(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10720>
- Soeharto, S, & Csapó, B. (2021). Evaluation and development of students' misconception using diagnostic assessment in science across school grades: A Rasch measurement approach. *Journal of Turkish Science Education*. Retrieved from <http://tused.org/index.php/tused/article/view/1227>
- Soeharto, S, Csapó, B., & ... (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan ...* Retrieved from http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/16272/1/2019_Soeharto_Csapo_Sarimanah_Dewi_Sabri.pdf
- Soeharto, Soeharto, & Csapó, B. (2021). Evaluating item difficulty patterns for assessing student misconceptions in science across physics, chemistry, and biology concepts. *Heliyon*, 7(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08352>
- Susanti, D., Supriyati, Y., Maulana, S., & Hakim, A. R. (2021). Analysis of Students' Misconception and Strategic Thinking Skill on Parabolic Motion Material Using Two-Tier Multiple Choice Items

- Instrument. *Journal of Physics: Conference Series*, 1–6.
- Topalsan, A. K., & Bayram, H. (2019). Identifying Prospective Primary School Teachers' Ontologically Categorized Misconceptions on the Topic of "Force and Motion." *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 85–109.
- Tsui, C. Y., & Treagust, D. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073–1098.
- Utari, G. P., Liliawati, W., & Utama, J. A. (2021). Design and validation of six-tier astronomy diagnostic test instruments with Rasch Model analysis. *Journal of Physics: Conference Series* <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012028>
- Wei, S., Liu, X., Wang, Z., & Wang, X. (2012). Using Rasch Measurement To Develop a Computer Modeling-Based Instrument To Assess Students' Conceptual Understanding of Matter. *Journal of Chemical Education*, 89(3), 335–345.
- Wind, S. A., & Gale, J. D. (2015). Diagnostic Opportunities Using Rasch Measurement in the Context of a Misconceptions-Based Physical Science Assessment. *Science Education*, 99(4), 721–741. <https://doi.org/10.1002/sce.21172>
- Zlatkin-Troitschanskaia, O., Shavelson, R. J., & Kuhn, C. (2015). The international state of research on measurement of competency in higher education. *Studies in Higher Education*, 40(3), 393–411. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1004241>

